INRS

Université d'avant-garde

Centre - Eau Terre Environnement

Rapport annuel 2009-2010

Rapport annuel du 1er juin 2009 au 31 mai 2010
Disponible en format électronique : **www.ete.inrs.ca/ete/publications**

Rédaction
Mathilde Renaud

Révision
Jean-Daniel Bourgault
Sophie Magos
Carole Parent

Conception graphique
France Lévesque communication

Photo de la page couverture
Antoine Nicault

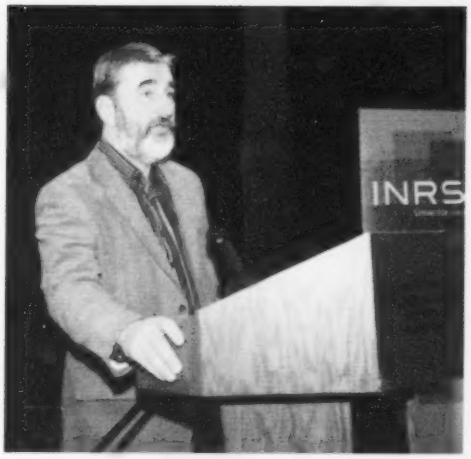
Crédits photos
Jessy Barrette, Paschale Noël Bégin, Yves Bégin, Jean-Daniel Bourgault, Satinder Kaur Brar, Peter G.C. Campbell, Clément Clerc, Arnaud De Coninck, Pierre Francus, Carole-Anne Gillis, Elsa Goerig, Lyal Harris, Pierre Lafrance, René Lefebvre, Isabelle Laurion, Joëlle Marion, MDA et Agence spatiale canadienne, Pierre-Simon Ross, Alain N. Rousseau, Jean-Michel Thériault, André Tessier.

Pour information
Institut national de la recherche scientifique
Centre – Eau Terre Environnement
490, de la Couronne
Québec (Québec) G1K 9A9
CANADA
Téléphone : 418 654-2524
Télécopie : 418 654-2600
Courriel : info@ete.inrs.ca
Site Internet : www.ete.inrs.ca

© INRS, Centre – Eau Terre Environnement, 2011
Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec
Dépôt légal, Bibliothèque et Archives Canada

Mot du directeur

2009-2010



C'est avec grand plaisir que nous présentons le neuvième rapport annuel du Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique pour l'année 2009-2010.

La mission du Centre est orientée vers le développement durable et l'amélioration environnementale dans les domaines des sciences de l'eau et de la terre. La formation aux cycles supérieurs, la diffusion des connaissances et le transfert technologique font partie intégrante de cette mission.

Ce rapport fait état des projets porteurs de l'année. Citons pour exemples les projets sur la caractérisation des eaux souterraines en Montérégie, la contamination des sols de bases militaires canadiennes par des matériaux énergétiques, le vieillissement des conduites d'eau potable de la ville de Québec, la gestion des eaux pluviales en milieu urbain dans un contexte de changement climatique, l'impact de ce dernier sur certains aspects de la santé humaine, la prospection des ressources gazières par des méthodes géophysiques, le suivi télémétrique des poissons en rivière; autant de projets qui témoignent d'un dynamisme porté par un corps professoral débordant d'idées et d'initiatives.

Les professeurs du Centre ont eu du succès au chapitre des infrastructures majeures. Deux nouveaux laboratoires ont obtenu l'appui financier du programme du Fonds des leaders de la Fondation canadienne pour l'innovation. Le Centre a aussi obtenu une subvention au programme fédéral-provincial des Infrastructures du savoir pour la construction d'un canal hydraulique de grande dimension. Enfin, l'INRS a contribué à la création d'une station de recherche à Radisson en Jamésie dans le cadre du programme fédéral des infrastructures nordiques pour lequel les professeurs membres du Centre d'études nordiques ont obtenu une importante subvention. Au total, ces nouveaux investissements atteignent 18 millions de dollars.

Les programmes de formation en sciences de la terre ont été évalués et renouvelés. Ces programmes sont développés conjointement avec l'Université Laval. Au chapitre de la diplomation, 20 étudiants au doctorat et 27 à la maîtrise en sciences de la terre et en sciences de l'eau ont mérité un diplôme lors de la collation des grades de 2010.

En février, le lancement du livre *INRS-Eau, 30 ans d'histoire* a été un événement marquant. Cet ouvrage relate l'aventure scientifique vécue par les chercheurs pionniers et par ceux qui les ont suivis au sein de l'INRS-EAU, l'un des premiers centres de recherche de l'INRS.

Le présent rapport se veut donc le reflet des grandes réalisations du Centre Eau Terre Environnement pour l'année 2009-2010. Les succès de notre établissement sont attribuables à la contribution exceptionnelle de tous les membres du Centre, professeurs, étudiants et stagiaires, chargés de recherche, professeurs et chercheurs associés, notamment ceux de la Commission géologique du Canada avec qui nous cohabitons, ainsi que l'ensemble du personnel de soutien.

J'adresse de sincères remerciements à tous.

Le directeur,
Yves Bégin

INRS
Université d'avant-garde

Centre - Eau Terre Environnement

Institut national de la recherche scientifique

L'INRS est une université dont la mission est de développer la recherche fondamentale et appliquée pour le bénéfice social, économique et culturel du Québec. Il s'agit d'un établissement de recherche universitaire qui a comme objectif de former des professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et de s'assurer du transfert des connaissances et des technologies dans l'ensemble des secteurs où il œuvre. L'INRS offre à ses étudiants et professeurs un milieu de recherche innovant et centré sur les besoins de la société.

L'INRS est composé de quatre centres :

- Eau Terre Environnement
- Énergie Matériaux Télécommunications
- INRS-Institut Armand-Frappier
- Urbanisation Culture Société

Centre Eau Terre Environnement

Le Centre est activement engagé dans le développement durable du Québec, particulièrement dans les domaines des sciences de l'eau, des géosciences et de l'environnement. Œuvrant en recherche de pointe, le Centre se situe au cœur des développements scientifiques et technologiques visant à favoriser la protection et la mise en valeur des ressources naturelles. Il offre des programmes de maîtrise professionnelle et de recherche ainsi que de doctorat en sciences de l'eau et de la terre. Des stages de formation à tous les niveaux universitaires sont aussi offerts.

Le programme scientifique comporte quatre grands axes de recherche, soit l'hydrologie, la biogéochimie et les problématiques de contamination, les géosciences, et l'assainissement environnemental et la valorisation des résidus.

Le Centre est situé au centre-ville de Québec, sur le campus urbain de l'Université du Québec. Il a aussi des laboratoires au Parc technologique du Québec métropolitain et une station de recherche en milieu naturel à Sacré-Cœur au Saguenay.

Pour information

Institut national de la recherche scientifique
Centre - Eau Terre Environnement
490, de la Couronne
Québec (Québec) G1K 9A9
CANADA
Téléphone : 418 654-2524
Télécopie : 418 654-2600
Courriel : info@ete.inrs.ca
Site Internet : www.ete.inrs.ca

INRS
Université d'avant-garde

Hydrologie

2009-2010

Centre - Eau Terre Environnement

Le Canada est un pays riche en eau douce, il possède une part non négligeable des ressources en eau de la planète.

La gestion durable de cette ressource vitale est une priorité au Centre Eau Terre Environnement qui regroupe la plus forte concentration d'experts universitaires dans le domaine de l'eau au Canada.

L'expertise des chercheurs du Centre dans le développement et l'application de nouvelles approches numériques permet d'offrir des instruments d'analyse et d'aide à la décision applicables à divers contextes. Les outils élaborés font appel à l'hydro-informatique, à la géomatique et à la télédétection. L'équipe multidisciplinaire s'intéresse autant à la disponibilité des ressources qu'aux problématiques environnementales. Les impacts et l'adaptation aux changements climatiques sont des thèmes récurrents des travaux.

Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

Des salmonidés sous nos routes

Le réseau routier du Québec comporte des milliers de ponceaux. En théorie, ceux-ci ne doivent pas entraver la libre circulation de l'eau et des poissons, mais nos capacités à modéliser ce processus sont limitées. L'objectif du projet est d'étudier la capacité de l'omble de fontaine à franchir des ponceaux de différents types. Le suivi s'effectue à l'aide de la technologie des transpondeurs passifs intégrés (PIT) qui permet de suivre en continu le déplacement de poissons marqués à l'aide d'antennes placées à l'intérieur des ponceaux. Il sera ainsi possible de modéliser le succès de passage de ces poissons sous les routes.

L'eau potable, une affaire de gestion

La gestion intégrée de l'eau par bassin versant constitue un engagement majeur de la Politique nationale de l'eau. La ville de Québec prend elle aussi ce virage. Pour ce faire, on met en place le système GIBSI (Gestion Intégrée des Bassins versants à l'aide d'un Système Informatisé) développé à l'INRS. Le projet comprend également une étude de risques de contamination de la prise d'eau dans la rivière Saint-Charles où la ville puise la moitié de son eau potable. L'objectif est de déterminer le temps de parcours de l'eau jusqu'à la prise d'eau et le temps d'intervention requis pour la protéger.

L'hydrologie statistique vient en aide aux ingénieurs

Le Canada compte un grand nombre d'ouvrages hydrauliques, le pays étant le deuxième plus grand producteur d'hydroélectricité au monde. La conception de ces ouvrages nécessite une bonne connaissance du régime hydrologique des rivières. En effet, il faut d'une part estimer adéquatement le débit des rivières pour bien dimensionner les ouvrages et d'autre part, s'assurer de conserver un débit minimal suffisant afin de protéger les habitats des espèces aquatiques. On développe donc des outils de modélisation statistique visant à appuyer le travail des ingénieurs dans la conception des ouvrages hydroélectriques.

Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués

HYDROLOGIE DES BASSINS VERSANTS

Monique Bernier | Télédétection
monique.bernier@ete.inrs.ca

Karem Chokmani | Télédétection
karem.chokmani@ete.inrs.ca

Alain N. Rousseau | Modélisation et gestion
alain.rousseau@ete.inrs.ca

Jean-Pierre Villeneuve | Gestion intégrée
jean-pierre.villeneuve@ete.inrs.ca

HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENTALE

Normand E. Bergeron | Géomorphologie fluviale
normand.bergeron@ete.inrs.ca

Yves Secretan | Hydro-informatique
yves.secretan@ete.inrs.ca

HYDROLOGIE URBAINE

Sophie Duchesne | Modélisation et gestion
sophie.duchesne@ete.inrs.ca

Alain Mailhot | Modélisation et gestion
alain.mailhot@ete.inrs.ca

Jean-Pierre Villeneuve | Gestion intégrée

HYDROLOGIE STATISTIQUE

Fateh Chebana | Modélisation hydrologique
fateh.chebana@ete.inrs.ca

Taha B.M.J. Ouarda | Modélisation hydrométéorologique | taha.ouarda@ete.inrs.ca

André Saint-Hilaire | Habitat aquatique
andre.st-hilaire@ete.inrs.ca

Quelques publications récentes

(Les auteurs de l'INRS-ETE sont en **gras**.)

- **Chebana**, **Fateh** et **Taha B.M.J. Ouarda** (2009). Index flood-based multivariate regional frequency analysis. *Water Resources Research*, 45: W10435.
  DOI : 10.1029/2008WR007490

- Dridi, L., **Alain Mailhot**, M. Parizeau et **Jean-Pierre Villeneuve** (2009). Multiobjective approach for pipe replacement based on Bayesian inference of break model parameters. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 135(5): 344–354.
  DOI : 10.1061/(ASCE)0733-9496(2009)135:5(344)

- Gherboudj, I., **Monique Bernier** et R. Leconte (2010). A backscatter modeling for river ice: Analysis and numerical results. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 48(4): 1788–1798.
  DOI : 10.1109/TGRS.2009.2034256

- **Johnston**, **Patricia** et **Normand E. Bergeron** (2010). Variation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) body composition along sedimentary links. *Ecology of Freshwater Fish*, 19(2): 187–196.
  DOI : 10.1111/j.1600-0633.2009.00403.x

- Kamali Nezhad, M., **Karem Chokmani**, **Taha B.M.J. Ouarda**, M. Barbet et P. Bruneau (2010). Regional flood frequency analysis using residual kriging in physiographical space. *Hydrogical Processes*, 24(15): 2045–2055.
  DOI : 10.1002/hyp.7631

- **Khalil**, **Bahaa**, **Taha B.M.J. Ouarda**, **André St-Hilaire** et **Fateh Chebana** (2010). A statistical approach for the rationalization of water quality indicators in surface water quality monitoring networks. *Journal of Hydrology*, 386: 173–185.
  DOI : 10.1016/j.jhydrol.2010.03.019

- **Savary**, **Stéphane**, **Alain N. Rousseau** et **Renaud Quilbé** (2009). Assessing the effects of historical land cover changes on runoff and low flows using remote sensing and hydrological modeling. *Journal of Hydrologic Engineering*, 14(6): 575–587.
  DOI : 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000024

- Terrado, M., **Martin-Pierre Lavigne**, **Sébastien Tremblay**, **Sophie Duchesne**, **Jean-Pierre Villeneuve**, **Alain N. Rousseau**, D. Barceló et R. Tauler (2009). Distribution and assessment of surface water contamination by application of chemometric and deterministic models. *Journal of Hydrology*, 369(3-4): 416–426.
  DOI : 10.1016/j.jhydrol.2009.02.030

Une variété de partenaires de recherche

- AXA Assurances
- Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques
- Gouvernement du Canada (Affaires indiennes et du Nord, Environnement)
- Gouvernement du Québec (Développement économique, Innovation et Exportation; Santé et Services sociaux; Transports)
- Hydro-Québec
- Ville de Québec

INRS
Université d'avant-garde

Centre Eau Terre Environnement
Institut national de la recherche scientifique
490 de la Couronne | Québec (QC) Canada | G1K 9A9
418.654.2524 | info@ete.inrs.ca | www.ete.inrs.ca

INRS
Université d'avant-garde

Biogéochimie

2009-2010

Centre - Eau Terre Environnement

La pollution de l'eau est l'un des principaux problèmes environnementaux auxquels la société doit faire face.

Les polluants entrent dans les écosystèmes aquatiques par des sources ponctuelles (p. ex. déversements) et diffuses (p. ex. agriculture), s'accumulent dans les sédiments et se concentrent dans les chaînes alimentaires. Pour s'attaquer à cette problématique, il est essentiel de comprendre les processus qui contrôlent les échanges de polluants entre les sédiments, l'eau et les organismes vivants, ainsi que leurs effets sur l'écosystème.

Les chercheurs du Centre Eau Terre Environnement mènent des recherches concertées sur la dispersion des contaminants, l'assimilation et les effets des métaux chez les organismes aquatiques et la détection des changements environnementaux dans les écosystèmes lacustres grâce notamment à des organismes sentinelles.

Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

Des algues comme instrument de mesure

La contamination du milieu aquatique par les métaux est une préoccupation environnementale majeure dans les régions minières. Le risque toxicologique que posent les métaux aux organismes aquatiques dépend de leur biodisponibilité (c.-à-d., la quantité de métal qui peut être absorbée par un être vivant). Les chercheurs utilisent les réponses biologiques d'algues « tests » dans des eaux contaminées afin de développer des modèles permettant de prédire la biodisponibilité des métaux dans l'environnement aquatique. Le but est de prédire pour mieux prévenir.

Le mercure gagne le Nord

Le mercure est un contaminant neurotoxique qui s'accumule dans les chaînes alimentaires et peut nuire à la santé humaine. Le mercure atmosphérique est transporté sur de grandes distances. Ainsi, l'Arctique canadien est une zone d'accumulation de ce métal possédant une chimie complexe. Une équipe québéco-américaine de chercheurs examine le cycle biogéochimique du mercure dans l'air, la neige et l'eau à proximité de communautés humaines du Nord dans le but de déterminer les zones à risques de contamination pour les animaux et les populations qui s'en nourrissent.

Plus de PGB pour une eau de meilleure qualité

En agriculture, les pratiques de gestion bénéfiques (PGB) visent à réduire au minimum les risques d'impacts environnementaux, en particulier sur la qualité des eaux de surface. Le bassin hydrographique de la rivière du Bras d'Henri près de Québec fait partie de l'évaluation nationale des PGB menée par Agriculture et Agroalimentaire Canada. Une des études porte sur la réduction du transfert d'herbicides vers les eaux de surface grâce à des PGB comme des bandes riveraines enherbées et des voies d'eau engazonnées.

Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués

GÉOCHIMIE ENVIRONNEMENTALE

Charles Gobeil | Contamination du milieu aquatique | charles.gobeil@ete.inrs.ca

Pierre Lafrance | Contaminants organiques
pierre.lafrance@ete.inrs.ca

ÉCOTOXICOLOGIE AQUATIQUE

Peter G.C. Campbell | Contaminants métalliques
pgc.campbell@ete.inrs.ca

Patrice Couture | Biologie des poissons
patrice.couture@ete.inrs.ca

Paul Drevnick | Effets du mercure
paul.drevnick@ete.inrs.ca

Claude Fortin | Contaminants métalliques
claude.fortin@ete.inrs.ca

Landis Hare | Invertébrés d'eau douce
landis.hare@ete.inrs.ca

LIMNOLOGIE

Jean-Christian Auclair | Limnobiologie du plancton | jean-christian.auclair@ete.inrs.ca

Isabelle Laurion | Écologie microbienne
isabelle.laurion@ete.inrs.ca

OCÉANOGRAPHIE

Yves Gratton | Processus physiques
yves.gratton@ete.inrs.ca

Quelques publications récentes

(Les auteurs de l'INRS-ETE sont en **gras**)

- **Breton, Julie**, **Catherine Vallières** et **Isabelle Laurion** (2009). Limnological properties of permafrost thaw ponds in northeastern Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(10): 1635–1648.
DOI : 10.1139/F09-108

- **Caron, Emmanuelle**, **Pierre Lafrance**, **Jean-Christian Auclair** et M. Duchemin (2010). Impact of grass and grass with poplar buffer strips on atrazine and metolachlor losses in surface runoff and subsurface infiltration from agricultural plots. *Journal of Environmental Quality*, 39(2): 617–629.
DOI : 10.2134/jeq2009.0041

- **Couture, Raoul-Marie**, **Charles Gobeil** et **André Tessier** (2010). Arsenic, iron and sulfur co-diagenesis in lake sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 74(4): 1238–1255.
DOI : 10.1016/j.gca.2009.11.028

- **Drevnick, Paul**, A. Shinneman, C. Lamborg, D. Engstrom, M. Bothner et J. Oris (2010). Mercury flux to sediments of Lake Tahoe, California–Nevada. *Water, Air & Soil Pollution*, 210(1-4): 399–407.
DOI : 10.1007/s11270-009-0262-y

- **Dumont, Dany**, **Yves Gratton** et T.E. Arbetter (2009). Modeling the dynamics of the North Water polynya ice bridge. *Journal of Physical Oceanography*, 39(6): 1448–1461.
DOI : 10.1175/2008JPO3965.1

- **Fortin, Claude**, Y. Couillard, B. Vigneault et **Peter G.C. Campbell** (2010). Determination of free Cd, Cu and Zn concentrations in lake waters by *in situ* diffusion followed by a column equilibration ion-exchange method. *Aquatic Geochemistry*, 16(1): 151–172.
DOI : 10.1007/s10498-009-9074-3

- **Gauthier, Charles**, **Peter G.C. Campbell** et **Patrice Couture** (2009). Condition and pyloric caeca as indicators of food web effects in fish living in metal-contaminated lake. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(8): 2066–2074.
DOI : 10.1016/j.ecoenv.2009.08.005

- **Ponton, Dominic E.** et **Landis Hare** (2010). Nickel dynamics in the lakewater metal biomonitor *Chaoborus*. *Aquatic Toxicology*, 96(1): 37–43.
DOI : 10.1016/j.aquatox.2009.09.011

Une variété de partenaires de recherche

- Environnement Canada
- Imperial Oil
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec
- Réseaux ArcticNet et MITHE (Metals in the Human Environment)
- Rio Tinto Alcan
- Vale Inco

INRS
Université d'avant-garde

Centre Eau Terre Environnement
Institut national de la recherche scientifique

490 de la Couronne | Québec (QC) Canada | G1K 9A9
418.654.2524 | info@ete.inrs.ca | www.ete.inrs.ca

INRS

Université d'avant-garde

Géosciences

2009-2010

Centre - Eau Terre Environnement

Plusieurs des principaux enjeux socio-économiques auxquels la société est actuellement confrontée font appel aux connaissances géoscientifiques.

La forte demande pour les ressources naturelles, la gestion durable des ressources en eau souterraine, les risques environnementaux reliés aux processus géologiques et l'impact des changements climatiques sont autant de problématiques auxquelles les chercheurs tentent de répondre.

Le Centre géoscientifique de Québec (CGQ) résulte d'une entente de partenariat unique au Canada entre un établissement universitaire, le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS, et un organisme du gouvernement fédéral, le bureau de Québec de la Commission géologique du Canada (une division de Ressources naturelles Canada). Cette collaboration a permis de constituer l'un des plus importants regroupements de recherche multidisciplinaire en géosciences au pays.

Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

Des forages qui pourraient en dire plus long

Le forage au diamant est en général la dépense principale de l'exploration minérale. Les données obtenues des carottes de forage se limitent souvent aux descriptions qualitatives et à l'analyse de quelques métaux alors qu'on pourrait obtenir bien plus d'information. Le nouveau Laboratoire mobile de caractérisation physique, minéralogique et chimique des roches (LAMROC) de l'INRS permet de mesurer simultanément plusieurs paramètres (propriétés physiques, éléments chimiques, minéralogie) sur des carottes grâce à un système automatisé unique au monde. Ces données contribueront à rendre l'exploration minérale plus efficace.

Les sédiments nous parlent

Les sédiments de la lagune Potrok Aike dans le sud de la Patagonie en Argentine font près de 400 m d'épaisseur. Cela constitue des archives naturelles inestimables sur l'environnement et le climat du passé dans l'hémisphère sud. Un forage a eu lieu dans ce lac à l'automne 2008 dans le cadre d'une initiative de recherche internationale. Des carottes de sédiments d'une centaine de mètres ont été récupérées. On estime à 65 000 ans les plus vieux sédiments obtenus. Les analyses en cours devraient nous en apprendre beaucoup sur le passé environnemental de cette région australe.

Se concerter pour mieux protéger

Au Québec, l'eau souterraine sert de source d'approvisionnement en eau sur près de 90 % du territoire habité et alimente environ 20 % de la population. Malgré cela, nos connaissances sur le sujet sont fragmentaires. Dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines mis en place par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, un regroupement interuniversitaire mène un projet en concertation visant à dresser le portrait de la ressource dans six régions du Québec dans le but de contribuer à une gestion durable des eaux souterraines.

Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués

HYDROGÉOLOGIE ET GÉOPHYSIQUE

Bernard Giroux | Géophysique appliquée
bernard.giroux@ete.inrs.ca

Erwan Gloaguen | Géophysique appliquée
erwan.gloaguen@ete.inrs.ca

René Lefebvre | Modélisation et contamination
rene.lefebvre@ete.inrs.ca

Richard Martel | Contamination et restauration
richard.martel@ete.inrs.ca

Claudio Paniconi | Modélisation hydrologique
claudio.paniconi@ete.inrs.ca

ENVIRONNEMENTS GÉOLOGIQUES ET RESSOURCES NATURELLES

Lyal Harris | Géologie structurale
lyal.harris@ete.inrs.ca

Michel Malo | Géologie structurale
michel.malo@ete.inrs.ca

Marc Richer-Laflèche | Géochimie
marc.richer-lafleche@ete.inrs.ca

Pierre-Simon Ross | Volcanologie et géologie économique | pierre-simon.ross@ete.inrs.ca

GÉOLOGIE ENVIRONNEMENTALE

Bernard F. Long | Sédimentologie
bernard.long@ete.inrs.ca

PALÉOENVIRONNEMENTS

Yves Bégin | Dendroécologie | yves.begin@ete.inrs.ca
Pierre Francus | Limnogéologie
pierre.francus@ete.inrs.ca

Quelques publications récentes

(Les auteurs de l'INRS-ETE sont en **gras**)

- Bédard, Jean H., F. Leclerc, **Lyal Harris** et N. Goulet (2009). Intra-sill magmatic evolution in the Cummings Complex, Abitibi greenstone belt: Tholeiitic to calc-alkaline magmatism recorded in an Archaean subvolcanic conduit system. *Lithos*, 111(1-2): 47–71.
DOI : 10.1016/j.lithos.2009.03.013

- **Bordet**, **Ester**, **Michel Malo** et Donna Kirkwood (2010). A structural study of western Anticosti Island, St. Lawrence platform, Québec: a fracture analysis that integrates surface and subsurface structural data. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 58(1): 36–55.
DOI : 10.2113/gscpgbull.58.1.36

- Camporese, M., **Claudio Paniconi**, M. Putti et S. Orlandini (2010). Surface–subsurface flow modeling with path-based runoff routing, boundary condition-based coupling, and assimilation of multisource observation data. *Water Resources Research*, 46: W02512.
DOI : 10.1029/2008wr007536

- **Cloutier**, **Vincent**, **René Lefebvre**, Martine M. Savard et R. Therrien (2009). Desalination of a sedimentary rock aquifer system invaded by Pleistocene Champlain Sea water and processes controlling groundwater geochemistry. *Environmental Earth Sciences*, 59(5) : 977–994.
DOI : 10.1007/s12665-009-0091-8

- **Collin**, **Antoine**, **Bernard Long** et P. Archambault (2010). Salt-marsh characterization, zonation assessment and mapping through a dual-wavelength lidar. *Remote Sensing of Environment*, 114(3): 520–530.
DOI : 10.1016/j.rse.2009.10.011

- Denneler, B., Y. Bergeron et **Yves Bégin** (2010). Flooding effects on tree-ring formation of riparian Eastern White-Cedar (*Thuja occidentalis* L.), Northwestern Quebec, Canada. *Tree-Ring Research*, 66(1): 3–17.
DOI : 10.3959/2008-11.1

- **Lewis**, **Jeffrey**, **Richard Martel**, **Luc Trepanier**, G. Ampleman et S. Thiboutot (2009). Quantifying the transport of energetic materials in unsaturated sediments from cracked unexploded ordnance. *Journal of Environmental Quality*, 38: 2229–2236.
DOI : 10.2134/jeq2009.0019

- **Ross**, **Pierre-Simon** et Jean H. Bédard (2009). Magmatic affinity of modern and ancient subalkaline volcanic rocks determined from trace-element discriminant diagrams. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 46(11): 823–839.
DOI : 10.1139/E09-054

Une variété de partenaires de recherche

- Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques
- Gouvernement du Canada (Défense, Justice)
- Gouvernement du Québec (Développement durable, Environnement et Parcs; Ressources naturelles et Faune)
- Mines JAG
- Réseau DIVEX (Diversification de l'exploration minérale au Québec)
- TechnoRem

INRS
Université d'avant-garde

Centre Eau Terre Environnement
Institut national de la recherche scientifique
490 de la Couronne | Québec (QC) Canada | G1K 9A9
418.654.2524 | info@ete.inrs.ca | www.ete.inrs.ca

INRS
Université d'avant-garde

Assainissement et valorisation

2009-2010

Centre - Eau Terre Environnement

L'utilisation durable des ressources naturelles repose, entre autres, sur une meilleure gestion des matières résiduelles.

Les défis auxquels est confrontée la société d'aujourd'hui en matière de récupération et de valorisation des déchets demandent une adaptation continue des méthodes et technologies utilisées.

Le Centre Eau Terre Environnement est un chef de file dans le développement de technologies environnementales. Les chercheurs ont une vaste expérience de développement de technologies de traitement et de valorisation des boues d'épuration, d'effluents et de résidus contaminés. De plus, le Centre possède un parc d'équipements pilotes et d'instruments analytiques des plus complets et flexibles pour les projets de recherche et développement. Les procédés élaborés au Centre font régulièrement l'objet de brevets et de transferts technologiques vers les entreprises.

Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

La contamination mixte, ce n'est pas simple

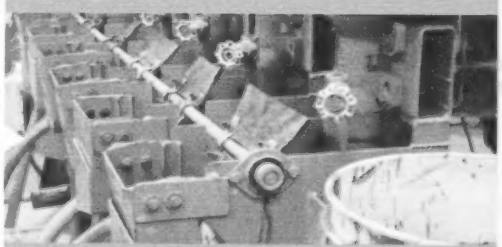
Dépolluer les sols contaminés à la fois par des métaux et des composés organiques hydrophobes (HAP, BPC, etc.) est complexe et coûteux. Aucune technologie ne permet pour l'instant d'effectuer ce traitement en une seule étape à un coût abordable. Le procédé en cours de développement permettra d'extraire les métaux des sols pollués par lixiviation chimique et les HAP grâce à un nouveau surfactant. Le transfert technologique de ce nouveau procédé viendra ainsi combler une lacune importante en décontamination environnementale.

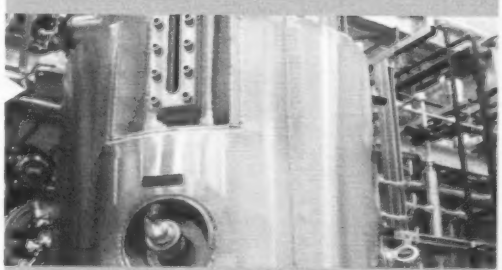
Pour faire plus que du fromage

Les fromageries sont confrontées à une problématique majeure de disposition des déchets. En effet, lors de la transformation du lait en fromage, 90 % du volume finit en lactosérum, un sous-produit au coût de traitement élevé. Des recherches sont en cours sur la transformation du lactosérum en un ingrédient alimentaire riche en protéines et en nutriments (Base-L) qui peut être utilisé pour l'alimentation animale. On travaille actuellement à optimiser l'ensemble des procédés menant à la production de Base-L.

Un traitement high-tech décentralisé

Le traitement des eaux usées est un enjeu environnemental de première importance. De nouveaux contaminants font leur apparition et les technologies doivent emboîter le pas. On développe actuellement de nouvelles technologies d'oxydation avancée capables de dégrader les composés réfractaires (p. ex. les perturbateurs endocriniens) et d'éliminer simultanément les polluants inorganiques et microbiens. Le défi est encore plus grand pour les sites non connectés à des infrastructures de traitement centralisées. Pour y remédier, on s'affaire à mettre au point des unités électrolytiques capables de générer *in situ* des oxydants.





Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués

ASSAINISSEMENT ENVIRONNEMENTAL

Mario Bergeron | Hydrométallurgie
mario.bergeron@ete.inrs.ca

Jean-François Blais | Décontamination et valorisation | jean-francois.blais@ete.inrs.ca

Patrick Drogui | Électrotechnologies
patrick.drogui@ete.inrs.ca

Guy Mercier | Décontamination et valorisation
guy.mercier@ete.inrs.ca

Normand Tassé | Géochimie
normand.tasse@ete.inrs.ca

VALORISATION DE BIOMASSES ET DE RÉSIDUS

Satinder Kaur Brar | Détoxication biologique
satinder.brar@ete.inrs.ca

Rajeshwar Dayal Tyagi | Bioconversion des résidus | rd.tyagi@ete.inrs.ca

Quelques publications récentes

(Les auteurs de l'INRS-ETE sont en **gras**)

- **Blais**, **Jean-François**, **Nathalie Meunier** et **Guy Mercier** (2010). New technologies for toxic metals removal from contaminated sites. *Recent Patents on Engineering*, 4(1): 1-6.
DOI : 10.2174/187221210790244794

- **Dermont**, **Gérald**, **Mario Bergeron**, **Marc Richer-Laflèche** et **Guy Mercier** (2010). Remediation of metal-contaminated urban soil using flotation technique. *Science of the Total Environment*, 408(5):1199-1211.
DOI : 10.1016/j.scitotenv.2009.11.036

- **Gassara**, **Fatma**, **Satinder Kaur Brar**, **Rajeshwar Dayal Tyagi**, M. Verma et R.Y. Surampalli (2010). Screening of agro-industrial wastes to produce ligninolytic enzymes by *Phanerochaete chrysosporium*. *Biochemical Engineering Journal*, 49(3): 388-394.
DOI : 10.1016/j.bej.2010.01.015

- **Mohapatra**, **Dipti Prakash**, **Satinder Kaur Brar**, **Rajeshwar Dayal Tyagi** et R.Y. Surampalli (2010). Physico-chemical pre-treatment and biotransformation of wastewater and wastewater sludge - Fate of bisphenol A. *Chemosphere*, 78(8): 923-941.
DOI : 10.1016/j.chemosphere.2009.12.053

- **Mouton**, **Julia**, **Guy Mercier**, **Patrick Drogui** et **Jean-François Blais** (2009). Experimental assessment of an innovative process for simultaneous PAHs and Pb removal from polluted soils. *Science of the Total Environment*, 407(20): 5402-5410.
DOI : 10.1016/j.scitotenv.2009.06.042

- **Vu**, **Khanh Dang**, **Rajeshwar Dayal Tyagi**, **José R. Valéro** et R.Y. Surampalli (2010). Batch and fed-batch fermentation of *Bacillus thuringiensis* using starch industry wastewater as fermentation substrate. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 33(6): 691-700.
DOI : 10.1007/s00449-009-0391-0

- **Zaviska**, **François**, **Patrick Drogui**, **Jean-François Blais** et **Guy Mercier** (2009). *In situ* active chlorine generation for the treatment of dye-effluents. *Journal of Applied Electrochemistry*, 39(12): 2397-2408.
DOI : 10.1007/s10800-009-9927-x

Un exemple de brevet

- **Blais**, **Jean-François**, **Nathalie Meunier**, **Jean-Louis Sasseville**, **Rajeshwar Dayal Tyagi**, **Guy Mercier** et F. Hammy (2010). Hybrid chemical and biological process for decontaminating sludge from municipal sewage / Procédé hybride chimique et biologique de décontamination de boues d'épuration municipales. [Brevet CA 2379928]
http://brevets-patents.ic.gc.ca/opic-cipo/cpd/eng/patent/2379928/summary.html?type=number_search

Une variété de partenaires de recherche

- Conseil national de recherches Canada
- Corporation HET
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Oligesco
- Premier Tech
- Tecosol

INRS
Université d'avant-garde

Centre Eau Terre Environnement
Institut national de la recherche scientifique
490 de la Couronne | Québec (QC) Canada | G1K 9A9
418.654.2524 | info@ete.inrs.ca | www.ete.inrs.ca

Hydrologie

Hydrologie des bassins versants

L'objectif du programme de recherche de **Monique Bernier** est d'utiliser les nouvelles données radar polarimétriques pour restituer les paramètres physiques de la glace, de la neige, des milieux humides et du sol.

Son équipe est impliquée dans un projet d'évaluation de l'impact des changements climatiques sur les glaces de mer et d'eau douce et des risques qu'elles posent pour les infrastructures maritimes et la sécurité des usagers dans six communautés inuites du Nunavik. Grâce à un financement du ministère des Affaires indiennes et du Nord Canada et à la collaboration de l'Administration régionale Kativik, une caractérisation des glaces est en cours, à la fois historique et actuelle grâce aux connaissances traditionnelles et à des observations locales, et spatiotemporelle à partir d'images satellites. Transports Québec est maître du projet appuyé par le consortium Ouranos (www.ouranos.ca). Ce ministère a aussi confié à l'INRS le mandat d'installer et de faire le suivi de six stations météorologiques situées à proximité des communautés côtières visées.

Camera pour enregistrer les mouvements de la glace, Quaqtaq, Nunavik, Québec

Des données polarimétriques RADARSAT ont permis à l'équipe de cette chercheure de produire des cartes de distribution du gel au sol dans deux bassins hydrographiques agricoles et de mettre au point un nouveau système géospatial d'aide à la décision dans la gestion du risque d'érosion des sols lié à la fonte. Il s'agit d'une contribution à un projet d'Agriculture et Agroalimentaire Canada au sein d'un programme de l'Agence spatiale canadienne.

Cette chercheure a également poursuivi sa collaboration au projet *Variability and Change in the Canadian Cryosphere* de l'Année polaire internationale 2007-2008 et au sein du réseau ArcticNet (www.arcticnet.ulaval.ca), dans lequel elle participe au projet *Permafrost and Climate Change in Northern Coastal Canada: Impacts and Adaptations for Communities*.

Un autre des objectifs de cette chercheure est d'estimer la ressource éolienne. Elle est responsable du projet *High Resolution Surface Winds Mapping in the Coastal Zone from SAR Satellite Imagery* au sein du réseau WESNet (Wind Energy Strategic Network, www.wesnet.ca).

Un des objectifs de recherche de **Karem Chokmani** est d'améliorer la qualité des estimations de l'étendue et des propriétés du couvert nival obtenues par télédétection satellitaire. Pour les besoins opérationnels d'Hydro-Québec, il a retravaillé un algorithme de cartographie du couvert nival qui avait été développé au Centre. Le but était d'adapter l'algorithme pour la nouvelle génération de capteurs AVHRR *(Advanced Very High Resolution Radiometer)* des satellites de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Le but des travaux d'**Alain N. Rousseau** est d'améliorer les outils de modélisation hydrologique pour ensuite les appliquer dans le cadre de la gestion de la ressource en eau. Avec son équipe, il contribue à la caractérisation géomorphologique de versants et au développement d'un cadre d'analyse des incertitudes sous-jacentes à la simulation des débits en rivière. Ils développent également une méthode de désagrégation statistique de la précipitation simulée par un modèle régional du climat (MRC), c'est-à-dire une méthode pour répartir spatialement à une résolution de 4 à 15 km une précipitation ayant été simulée à une résolution d'environ 40-50 km (taille d'une tuile d'un MRC).

Avec son équipe, ce chercheur poursuit l'évaluation des bénéfices pour la qualité de l'eau et l'intégrité biologique des cours d'eau d'un bassin versant de diverses pratiques de gestion bénéfiques. Ils collaborent à la mise au point d'une méthode scientifique pour déterminer la consommation en eau sur le territoire québécois couvert par l'Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Ils ont également réalisé une étude de risques de contamination d'une prise d'eau de la Ville de Québec dans la rivière Saint-Charles.

De plus, les chercheurs **Monique Bernier, Karem Chokmani, Alain N. Rousseau** et **André Saint-Hilaire** ont poursuivi leur implication collective dans le projet AQUALYSE 2 (Écohydrologie des tourbières minérotrophes fortement aqualysées du bassin versant de la rivière La Grande) du consortium Ouranos.

Jean-Pierre Villeneuve collabore à la mise en place d'approches de gestion intégrée de l'eau dans le bassin versant de la rivière Cầu au Vietnam.

Hydraulique environnementale

Normand E. Bergeron s'intéresse à l'habitat des poissons. Il étudie la géomorphologie fluviale de l'habitat d'hiver des salmonidés. Grâce à la technologie des transpondeurs passifs intégrés (PIT), son équipe modélise la capacité de ces poissons à franchir les ponceaux construits sous les routes pour le compte du ministère des Transports du Québec. Dans le cadre d'un autre projet, financé par l'Institut de recherche d'Hydro-Québec, son équipe travaille à adapter la technologie PIT de suivi des déplacements des poissons pour des rivières de plus grande taille, là où sont construits les barrages hydroélectriques.

Ce chercheur poursuit également deux projets avec des collègues du Centre. Une étude en collaboration avec **Patrice Couture** qui porte sur l'impact de l'algue Didymo, une algue envahissante, sur la production de saumons juvéniles. Le deuxième projet est une caractérisation du transport sédimentaire hivernal dans des tributaires du fleuve Saint-Laurent réalisée en collaboration avec **Yves Secretan**.

Prolifération de l'algue Didymosphenia geminata, ruisseau Gagnon, Restigouche, Québec

Yves Secretan et son équipe ont poursuivi le développement du logiciel H2D2 pour le compte d'Environnement Canada. Ils ont travaillé sur la parallélisation et la distribution du code, ainsi que sur la validation des calculs. Les calculs ont été effectués sur des tronçons du fleuve Saint-Laurent entre Montréal et Québec.

Hydrologie urbaine

Le programme de recherche de **Sophie Duchesne** porte sur la modélisation mathématique appliquée à la gestion des ressources en eau et des infrastructures d'eau en milieu urbain. Son équipe cherche notamment à améliorer la performance des modèles utilisés pour évaluer l'état de dégradation des conduites d'aqueduc et d'égout en collaboration avec **Jean-Pierre Villeneuve.**

Alain Mailhot s'intéresse à l'impact des changements climatiques sur la gestion des infrastructures souterraines et de drainage dans les villes canadiennes. Il mène en ce sens un projet du consortium Ouranos sur la gestion des eaux pluviales en milieu urbain auquel participe également **Sophie Duchesne**. L'objectif est d'évaluer les impacts des changements climatiques sur les infrastructures existantes et de proposer des stratégies d'adaptation afin de minimiser les risques à long terme tout en s'assurant du maintien d'un niveau acceptable de performance des systèmes de gestion des eaux pluviales.

Le programme de recherche de **Jean-Pierre Villeneuve** porte sur la modélisation mathématique appliquée à la gestion optimale de l'eau par bassin versant (urbain et naturel).

Hydrologie statistique

Taha B.M.J. Ouarda s'intéresse aux extrêmes hydrométéorologiques et au développement d'approches statistiques pour la résolution des problèmes environnementaux. Il est titulaire d'une chaire de recherche du Canada en estimation des variables hydrométéorologiques. Il poursuit ses travaux sur l'estimation locale et régionale des débits de conception des ouvrages hydrauliques. Avec son équipe, il contribue à un projet fédéral qui vise à estimer le potentiel hydroélectrique dans toutes les rivières du Canada.

Son équipe a obtenu des séries de données d'écoulement fluvial journalier pour tous les bassins non jaugés des Grands Lacs et a développé un outil pour estimer ces écoulements sur une base continue. Ce chercheur et son équipe travaillent aussi à améliorer les modèles de prévision des précipitations utilisés entre autres pour les systèmes d'alerte d'événements extrêmes. Pour ce faire, ils utilisent des méthodes de fusion bayésienne des données météorologiques. En collaboration avec Environnement Canada, ils examinent l'impact des changements climatiques sur les crues et les étiages et développent des procédures de *downscaling* statistique. Ils poursuivent le développement d'approches statistiques pour la modélisation du squat des navires dans la voie navigable du Saint-Laurent en collaboration avec la garde côtière.

Ce chercheur et son équipe s'attardent également aux extrêmes climatiques dans le cadre du Plan d'action sur les changements climatiques du Québec. Ils ont d'abord étudié les relations entre le climat et la morbidité et ont ensuite examiné de plus près le cas des fractures de la hanche. Ils se sont aussi penchés sur les indicateurs et les seuils météorologiques à partir desquels des alertes de canicule doivent être déclenchées. Son équipe poursuit par ailleurs ses travaux de modélisation des changements régionaux dans la variabilité et les extrêmes climatiques.

Le programme de recherche d'**André Saint-Hilaire** porte sur la modélisation statistique des variables abiotiques caractérisant l'habitat aquatique (température, sédiment, débit). Avec son équipe, il a recensé les indicateurs environnementaux de la santé des agroécosystèmes riverains pour le compte d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Andre Saint-Hilaire et Anik Daigle, mesures de debit et de temperature, ruisseau Rouge, Beauport, Quebec

Son équipe a été impliquée dans deux projets avec Pêches et Océans Canada : 1) une sélection des indices hydrologiques permettant l'estimation des débits réservés, et 2) une étude de l'adéquation des normes de construction des bassins de sédimentation en aval des tourbières exploitées et leur impact sur la charge sédimentaire en rivière, en collaboration avec Premier Horticulture.

Dans le cadre d'un projet du consortium Ouranos sur l'étude des refuges thermiques en rivière pour les salmonidés, l'équipe de ce chercheur collabore avec **Normand E. Bergeron** afin de modéliser la température de l'eau selon différents scénarios de changements climatiques.

André Saint-Hilaire a poursuivi trois projets en collaboration avec **Taha B.M.J. Ouarda**. Une modélisation du régime thermique des rivières à saumons du Québec et du Nouveau-Brunswick, une analyse statistique du réseau de mesure de la qualité de l'eau du lac Winnipeg et une implication au sein du consortium européen ENSEMBLES.

Biogéochimie et problématiques de contamination

Écotoxicologie aquatique

Les recherches de **Peter G.C. Campbell** portent sur le développement de modèles pour prédire la biodisponibilité des métaux traces chez les organismes aquatiques en milieu naturel. Ce chercheur est titulaire d'une chaire de recherche du Canada en écotoxicologie des métaux.

Son équipe et celle de **Claude Fortin** explorent l'utilité des relations QICAR (*Quantitative Ion Character Activity Relationships*) pour prédire la spéciation et la toxicité de métaux en collaboration avec Environnement Canada. Ces équipes ont également poursuivi le développement d'outils permettant l'évaluation quantitative de la biodisponibilité des métaux traces dans les eaux naturelles.

Patrice Couture a amorcé un nouveau programme de recherche portant sur les effets combinés d'agents stressants naturels et causés par les humains (contamination métallique, changements climatiques) sur les poissons et les invertébrés aquatiques.

Les équipes de **Patrice Couture** et de **Peter G.C. Campbell** collaborent à un projet d'écotoxicogénomique en partenariat avec la compagnie minière Vale Inco. L'objectif principal est de développer une puce à ADN permettant de détecter le stress lié à la contamination métallique chez la perchaude, le poisson le plus commun dans les régions minières. Divers indicateurs de stress (génomiques, physiologiques, biochimiques) seront comparés afin de mieux comprendre les interactions pouvant nuire à la santé des poissons en milieu naturel.

Le programme de recherche de **Paul Drevnick** vise à comprendre les processus de méthylation du mercure et la toxicité de ce métal pour les poissons afin de formuler des recommandations aux gestionnaires des ressources halieutiques.

Claude Fortin cherche à améliorer les modèles prédictifs de la biodisponibilité des éléments traces en milieu aquatique. Avec son équipe, il a effectué une revue de littérature des sources, du destin, de la bioaccumulation et de la toxicité des éléments du groupe platine pour Environnement Canada. Ils ont également réalisé un projet en partenariat industriel sur le potentiel des algues vertes pour l'accumulation et l'adsorption de l'aluminium.

Ce chercheur est responsable d'un nouveau laboratoire d'analyse des mécanismes d'assimilation et de détoxication des métaux chez les organismes d'eaux douces financé par la Fondation canadienne pour l'innovation. L'infrastructure permet de mesurer les éléments traces dans une grande diversité de matrices.

L'objectif du programme de recherche de **Landis Hare** est de développer des modèles permettant de prédire l'état de contamination des lacs et des rivières à partir de mesures faites chez des animaux aquatiques.

Les chercheurs **Patrice Couture**, **Claude Fortin** et **Landis Hare** ont finalisé leur contribution au projet sur le transfert des métaux traces le long des chaînes trophiques aquatiques au sein du réseau MITHE (Metals in the Human Environment, www.mithe-sn.org), ce réseau ayant mis fin à ses activités cette année. Ils ont également effectué une revue de la littérature pour Environnement Canada sur les impacts environnementaux du métal thallium en milieu aquatique.

Géochimie environnementale

Les équipes de **Claude Fortin** et d'**Alain N. Rousseau** ont complété leur évaluation des impacts de la récolte forestière sur la composition chimique des lacs alcalins de la Gaspésie en collaboration avec le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

Charles Gobeil poursuit des recherches sur les altérations des cycles biogéochimiques des éléments traces et du carbone organique en milieu marin et lacustre. Les questions traitées sont en lien avec le transport atmosphérique de longue distance des métaux traces, l'identification des sources de contamination et les changements environnementaux (eutrophisation, précipitation acide, réchauffement climatique). Il a dirigé des projets sur les sédiments de la marge continentale arctique et sur des lacs du Bouclier canadien et des Appalaches. **André Tessier** collabore à certains des travaux.

Le programme de recherche de **Pierre Lafrance** porte sur l'influence des processus biophysico-chimiques sur le devenir et le transport des pesticides dans les eaux de surface et souterraines. Agriculture et Agroalimentaire Canada a confié à ce chercheur une analyse de la capacité des pratiques de gestion bénéfiques (p. ex. bandes riveraines végétales) à réduire le transfert des pesticides par ruissellement vers les cours d'eau. **Alain N. Rousseau** collabore à ce projet.

Limnologie

Un des objectifs de recherche d'**Isabelle Laurion** est d'évaluer les conséquences de la fonte du pergélisol sur les régimes thermiques et lumineux des milieux aquatiques nordiques et leur influence sur la productivité microbienne et les échanges gazeux. En région tempérée, elle s'intéresse aux émissions de gaz à effet de serre de petits plans d'eau touchés par les fleurs d'eau de cyanobactéries. Son équipe cherche ainsi à connaître le rôle de ces milieux sur le cycle du carbone et de l'azote, particulièrement dans le contexte du réchauffement climatique et de l'eutrophisation.

Paul-Georges Rossi, mesure de la vitesse du vent au-dessus de l'eau pour les modèles d'échange gazeux, Île Bylot, Nunavut

Cette chercheure a poursuivi sa collaboration au projet CICAT (*Climate change Impacts on Canadian Arctic Tundra ecosystems*, ipytundra.ca) de l'Année polaire internationale 2007-2008 et au projet *Freshwater Resources of the Eastern Canadian Arctic* du réseau ArcticNet. Elle est également impliquée dans une étude sur le cycle du mercure dans les environnements nordiques soumis aux changements climatiques.

Océanographie

Les travaux d'**Yves Gratton** portent sur les processus physiques qui contrôlent la circulation et le mélange des masses d'eau dans l'Arctique canadien. Son équipe a participé à des études sur la réponse des écosystèmes arctiques aux changements climatiques.

Ce chercheur a également poursuivi sa collaboration à deux projets de l'Année polaire internationale 2007-2008 : *Circumpolar Flaw Lead System Study* (www.ipy-cfl.ca) et *Canadian Arctic SOLAS Network* (www.quebec-ocean.ulaval.ca/C-Solas). Au sein du réseau ArcticNet, il est responsable du projet *Long-Term Observatories in Canadian Arctic Waters*. Il s'attarde en particulier à deux aspects : les caractéristiques physiques de la colonne d'eau et les points chauds de la biodiversité marine.

Navire de recherche Amundsen, Mer de Beaufort, Arctique canadien

Géosciences

Hydrogéologie et géophysique

Bernard Giroux a réalisé deux contrats aux Îles-de-la-Madeleine. L'objectif du premier, financé par la Garde côtière canadienne, était d'évaluer le potentiel du géoradar pour détecter des sacs de sable et des agglomérats d'hydrocarbures. Le ministère de la Sécurité publique du Québec finançait le deuxième, une étude de faisabilité sur l'utilisation du géoradar pour cartographier les karsts le long de la côte des îles.

Les travaux d'**Erwan Gloaguen** sont basés sur l'intégration stochastique de mesures d'imagerie géophysique diverses dans le but d'améliorer nos connaissances sur les propriétés géologiques des sols, à des fins environnementales, minières ou énergétiques. Il s'intéresse également à l'intégration multi-échelles de données d'imagerie en géophysique, mais aussi dans le domaine biomédical.

Ce chercheur et son équipe ont effectué des levés électriques et radars dans le but de déterminer le positionnement optimal d'un puits d'approvisionnement en eau potable pour une communauté autochtone du Québec. Ils ont aussi participé à un essai de caractérisation d'un site contenant des pièces d'artillerie non explosées et à l'auscultation de routes de glace du Nord québécois.

Les recherches de **René Lefebvre** portent sur la caractérisation et la modélisation de l'hétérogénéité des systèmes aquifères. Son équipe a poursuivi ses travaux d'expertise hydrogéologique relatifs à la présence de trichloréthylène (TCE) dans l'eau souterraine dans les secteurs entourant la Garnison Valcartier.

Le projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines en Montérégie Est se poursuit sous la coordination de **René Lefebvre** au Centre et de **Christine Rivard** à la Commission géologique du Canada (CGC). Les autres équipes impliquées sont celles d'**Erwan Gloaguen**, **Richard Martel** et **Claudio Paniconi** du Centre et **Michel Parent** de la CGC. Des travaux de caractérisation de la ressource et de modélisation hydrologique et hydrogéologique sont prévus.

Michel Malo est titulaire de la Chaire de recherche en séquestration géologique du CO_2 (chaireco2.ete.inrs.ca). Ses collègues **Bernard Giroux**, **Erwan Gloaguen**, **René Lefebvre**, **Marc Richer-Laflèche** et **Normand Tassé** du Centre et **Mathieu J. Duchesne** de la CGC font partie de l'équipe de la chaire.

Richard Martel s'intéresse à la contamination des eaux souterraines causée par les résidus de munitions dans des zones d'activités militaires. L'équipe de ce chercheur poursuit ses travaux liés au devenir environnemental des matériaux énergétiques en collaboration avec Recherche et Développement pour la Défense Canada. La contamination des sols et des eaux souterraines est étudiée en laboratoire et sur le terrain de plusieurs bases militaires canadiennes. L'équipe d'**Erwan Gloaguen** travaille à la modélisation stochastique du système aquifère de la base de Valcartier. **Michel Parent** de la CGC participe également à certains travaux.

L'équipe de **Richard Martel**, en collaboration avec celle de **René Lefebvre**, a complété un projet en partenariat industriel sur l'impact de solutions tensioactives sur le rendement de technologies de remédiation d'aquifères contaminés par des hydrocarbures pétroliers.

Enfin, **Richard Martel** et ses collègues **Marc Richer-Laflèche** et **Lyal Harris** ont poursuivi leur soutien scientifique à la stratégie québécoise de protection de la santé publique contre le radon domiciliaire.

Les intérêts de recherche de **Claudio Paniconi** portent sur la modélisation hydrologique. Une étude est en cours sur les interactions entre les eaux de surface et souterraines dans le bassin versant de la rivière Châteauguay. **René Lefebvre** et **Alain N. Rousseau** du Centre et **Miroslav B. Nastev** de la CGC collaborent à ce projet du consortium Ouranos.

Environnements géologiques et ressources naturelles

Erwan Gloaguen et son équipe ont poursuivi les travaux visant à modéliser les teneurs en minéraux d'un gisement Ni-Cu de Vale Inco à partir de tomographie sismique stochastique. Ils s'attardent également à la modélisation de réservoirs d'hydrates de gaz du site de Mallik.

Lyal Harris a terminé l'interprétation structurale et tectonique de données gravimétriques et aéromagnétiques pour la compagnie d'exploration aurifère Laurentian Goldfields. Son équipe collabore avec **Marc Richer-Laflèche** à un projet financé par le réseau DIVEX (DIVersification de l'EXploration minérale au Québec, www.divex.ca), Richmond Minerals et Fort Chimo Minerals. L'interprétation des données a été finalisée pour certains secteurs de la province géologique de Grenville et de nouveaux travaux de terrain ont été entrepris dans d'autres secteurs.

Lyal Harris a également poursuivi deux projets en collaboration avec des chercheurs de la CGC. Le premier sur la géologie du complexe de Bondy (province de Grenville), avec **Louise Corriveau** et la compagnie Richmond Minerals. Le deuxième sur la géologie de la région de Chibougamau, avec **Jean H. Bédard**, dans le cadre la troisième phase de l'Initiative géoscientifique ciblée (IGC-3).

Michel Malo s'intéresse aux fronts orogéniques des chaînes de montagnes pour leur potentiel en ressources naturelles (hydrocarbures et métaux). Avec son équipe, il s'attarde en particulier au potentiel pétrolier de la Gaspésie dans le cadre d'un partenariat avec la société Pétrolia, l'Institut français du pétrole et la Commission géologique du Canada. Ils ont aussi étudié de nouveaux guides d'exploration minérale pour cette région à partir de relations entre des données géochimiques et géophysiques et des indices minéralisés et gîtes connus.

Michel Malo codirige le réseau DIVEX. Avec son équipe et **Benoît Dubé** de la CGC, il mène également un projet du réseau visant à comprendre la relation entre la minéralisation de Cu-Au-Ag de l'indice du Lac Ell avec la minéralisation aurifère du gisement Roberto sur la propriété Éléonore à la Baie-James.

Marc Richer-Laflèche et son équipe poursuivent leurs travaux financés par les Mines JAG portant sur le potentiel gazier de différentes propriétés de la société au Québec. Une étude gravimétrique régionale et des levés radiométriques et pédogéochimiques sont en cours au Témiscouata. Une autre étude gravimétrique a été effectuée dans le bassin de la rivière du Gouffre dans Charlevoix où des levés pédogéochimiques des hydrocarbures sont également en cours. Enfin, des travaux similaires se sont poursuivis au lac Saint-Jean.

Le programme de recherche de **Pierre-Simon Ross** porte notamment sur les volcans de type maar-diatrème, les roches volcaniques sous-marines et les sulfures massifs volcanogènes (SMV). Au sein du réseau DIVEX, il poursuit avec son équipe et ses collaborateurs le développement d'outils et de concepts pour l'exploration des SMV dans la région de Matagami. Ce chercheur collabore également à une étude multidisciplinaire sur le Groupe de Blake River en Abitibi où il s'intéresse au contexte géologique et volcanologique des SMV. Une étude volcanologique et métallogénique de la rhyolite d'Hébécourt en collaboration avec **Patrick Mercier-Langevin** de la CGC est aussi en cours.

Grâce aux équipements du nouveau Laboratoire mobile de caractérisation physique, minéralogique et chimique des roches (LAMROC), l'équipe de **Pierre-Simon Ross** amorce la création et la mise en valeur d'une vaste banque de données multiparamètres pour la région de Matagami.

Unité mobile dans laquelle est installée le LAMROC

Paléoenvironnements

Yves Bégin a amorcé une nouvelle phase de recherches portant sur les extrêmes hydrologiques saisonniers à l'interface boréal-subarctique dans l'est du Canada. Le but est de documenter les crues et les étiages historiques au moyen d'archives naturelles (dendrochronologie et paléosols). L'équipe de ce chercheur a finalisé une analyse dendroclimatique dans l'aire de nidification des oiseaux boréaux pour le Service canadien de la faune d'Environnement Canada.

Le projet ARCHIVES (Analyse rétrospective des conditions hydroclimatiques à l'aide des indicateurs de leur variabilité à l'échelle séculaire, archives.ete.inrs.ca) se poursuit en collaboration avec plusieurs chercheurs européens et québécois, dont **Pierre Francus** du Centre, **Christian Bégin** et **Martine M. Savard** de la CGC. Ce projet est intégré au réseau ArcticNet et au regroupement stratégique du Centre d'études nordiques.

Le programme de recherche de **Pierre Francus** se concentre sur la reconstruction des climats du passé à partir de sédiments annuellement laminés de lacs, en particulier dans l'Arctique canadien. Il a par ailleurs participé à la création d'un groupe de formation et de recherche en géologie marine et paléoclimatologie dans le réseau des universités du Québec.

Avec son équipe, il a poursuivi ses collaborations au projet sur les mares de thermokarst dans le Nord canadien et au projet *Cape Bounty Arctic Watershed Observatory* (geog.queensu.ca/cbawo) de l'Année polaire internationale 2007-2008. Ce chercheur est de plus responsable des contributions canadiennes aux initiatives internationales PASADO (*Potrok Aike Maar Lake Sediment Archives Drilling Project*, can-pasado.ete.inrs.ca) et ICDP (International Continental Scientific Drilling Program, www.icdp-canada.ca).

Assainissement environnnemental et valorisation des résidus

Assainissement environnemental

Le programme de recherche de **Jean-François Blais** porte sur le traitement de matrices solides et liquides polluées par des métaux toxiques et d'autres contaminants. Il est titulaire d'une chaire de recherche du Canada en décontamination environnementale.

Les équipes de **Jean-François Blais** et de ses collègues **Guy Mercier** et **Patrick Drogui** ont poursuivi le travail sur le procédé de décontamination du bois traité à l'arséniate de cuivre chromaté qu'ils ont développé. Une nouvelle phase de recherche visant à extraire les agents de préservation du bois dans le but de réutiliser à la fois les produits chimiques et le bois décontaminé a été amorcée.

Les recherches de **Patrick Drogui** portent sur le développement de nouvelles technologies d'élimination des polluants des eaux usées municipales et industrielles. Les travaux de son équipe se concentrent principalement sur les électrotechnologies. Des collaborations sont en cours avec des équipes de chercheurs à l'international (Tunisie, Maroc, France, Mexique, Chine) afin de mettre en commun les expertises dans le domaine du traitement de l'eau et de la décontamination de divers types d'effluents. Des stages étudiants font partie intégrante de ces projets.

Son équipe a aussi amorcé un nouveau projet en partenariat avec Premier Tech qui vise à mettre au point des unités électrolytiques permettant de dégrader les perturbateurs endocriniens et d'éliminer simultanément les polluants inorganiques et microbiens des eaux usées. Ce projet se réalise en collaboration avec les équipes de **Jean-François Blais** et **Guy Mercier**.

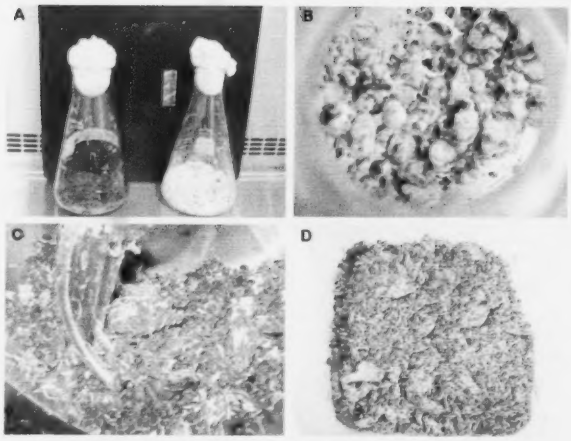
Guy Mercier développe des technologies de traitement et de valorisation de matrices contaminées par des métaux et/ou des HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques). Son équipe travaille à mettre au point un procédé permettant de traiter en une seule étape les sols contaminés à la fois par des métaux et des composés organiques hydrophobes (dont les HAP). Ce projet en partenariat avec l'entreprise Tecosol est réalisé en collaboration avec les équipes de **Jean-François Blais** et **Patrick Drogui**. Ces mêmes équipes ont complété la phase d'amélioration de la technologie LISOX (pour le traitement des lisiers de porcs) en partenariat avec la Corporation HET.

Valorisation de biomasses et de résidus

L'équipe de **Mario Bergeron** a poursuivi le développement d'une nouvelle méthode de production de chlorosilanes, des composés chimiques à la base des industries de la fibre optique, des panneaux solaires et des semi-conducteurs. La technologie pourra éventuellement être utilisée pour recycler les déchets de ces industries.

Les travaux de **Satinder Kaur Brar** portent sur la production de bioproduits à valeur ajoutée (biopesticides, enzymes et autres) à partir de déchets industriels et municipaux. Cette chercheure et son équipe s'attardent en particulier à la formulation des produits en vue de leur application sur le terrain et leur mise en marché. Ils s'intéressent également à la dégradation des contaminants émergents (bisphénol A, produits pharmaceutiques, etc.) et autres perturbateurs endocriniens.

Avec son équipe, cette chercheure mène un projet sur la valorisation des résidus solides et liquides de l'industrie de la transformation des fruits en jus. Le but est de produire des enzymes ligninolytiques et d'autres produits biochimiques (p. ex. acide citrique) à partir de ces résidus. On cherche aussi à en extraire les composés polyphénoliques (antioxydants) pour ensuite utiliser la biomasse résiduelle en alimentation animale. L'équipe de **Rajeshwar Dayal Tyagi** est impliquée dans ce projet.



A) Résidus solides des fruits (à gauche) et résidus fermentés pour la production d'enzymes ligninolytiques (à droite); B) Croissance de Phanerochaete sur marc de fruits; C) Marc après fermentation; D) Produit pour l'alimentation animale.

Les équipes de **Guy Mercier** et **Jean-François Blais** ont amorcé un nouveau projet visant à mettre au point un procédé de séquestration du CO_2 à partir de résidus d'amiante afin de réduire les émissions industrielles de ce gaz à effet de serre. La possibilité de produire du carbonate de magnésium par ce procédé sera évaluée.

Rajeshwar Dayal Tyagi poursuit lui aussi l'objectif de produire des substances à valeur ajoutée. Dans ce but, il étudie la décontamination des boues d'épuration. Il est titulaire d'une chaire de recherche du Canada sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée.

L'équipe de ce chercheur a poursuivi le développement de formulations efficaces de bio-inoculants, biofertilisants et biopesticides à base de *Rhizobium* et de *Trichoderma* à partir d'eaux usées et de boues d'épuration. Des formulations liquides de *Bacillus thuringiensis*, un biopesticide utilisé pour le contrôle de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, ont également été développées. Un nouveau projet en partenariat avec Corporation HET visant la production de nourriture animale à partir de lactosérum, un sous-produit de l'industrie fromagère, a été mise en œuvre. L'équipe de **Satinder Kaur Brar** est impliquée dans ces trois projets.

INRS
Université d'avant-garde

Infrastructures de recherche

Centre - Eau Terre Environnement

La réalisation de la mission de formation et de recherche appliquée du Centre se fait grâce à l'expertise de haut niveau détenue par ses professeurs-chercheurs ainsi que par le biais de laboratoires, d'installations et d'équipements spécialisés dédiés à l'innovation.

Les principales infrastructures dont le Centre est doté comprennent des laboratoires de recherche modernes, un laboratoire de mise à l'échelle préindustrielle, des infrastructures mobiles ainsi qu'une station de recherche en milieu naturel.

Les **laboratoires de recherche** sont localisés sur le campus urbain de l'Université du Québec au centre-ville de Québec. Ils comprennent un ensemble très complet d'équipements d'analyse essentiels à la recherche avancée ainsi que d'importantes capacités de modélisation et de traitement de données. Le Centre dispose notamment d'une salle blanche de classe 1 000 incluant un espace de travail de classe 100, de salles environnementales pour des expériences à température contrôlée, et d'équipements de préparation d'échantillons géologiques.

Les **laboratoires lourds** sont situés au Parc technologique du Québec métropolitain. Ils servent, entre autres, à la mise à l'échelle des innovations technologiques développées en partenariat avec les entreprises. Dotés d'équipements permettant l'expérimentation préindustrielle essentielle à l'analyse de la viabilité économique des innovations, ces laboratoires constituent un atout majeur pour les entreprises québécoises et canadiennes.

Laboratoires lourds au parc technologique

Le Centre dispose également d'**infrastructures mobiles** permettant de réaliser des travaux spécialisés de décontamination environnementale, d'hydrogéologie et d'analyse géologique.

Une **station de recherche**, située à Sacré-Cœur au Saguenay près de l'embouchure de la rivière Sainte-Marguerite, offre aux équipes de recherche du Centre un espace de travail et de formation dans un environnement naturel exceptionnel. Elle comprend un laboratoire et peut accueillir jusqu'à 30 personnes.

Station de recherche au Saguenay

L'ensemble de ces infrastructures appuie la recherche innovante et appliquée liée à l'hydrologie, la biogéochimie, les géosciences, ainsi qu'à l'assainissement et à la valorisation des matières résiduelles.

Ces puissants outils d'innovation associés à une expertise de haut niveau sont accessibles aux entreprises et aux agences par le biais de projets de recherche collaborative orientée vers leurs besoins spécifiques. Le Centre offre ainsi une opportunité exceptionnelle aux acteurs de l'activité économique et aux organismes législateurs de contribuer à l'amélioration des connaissances tout en servant leur mission respective et en s'appropriant le savoir.

POUR EN SAVOIR PLUS, VEUILLEZ CONTACTER :
Carole Parent, agente de valorisation, carole.parent@ete.inrs.ca, 418 654-2531

LABORATOIRES DE RECHERCHE

Les laboratoires de recherche comprennent un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés ainsi que des salles de microscopie et de préparation des échantillons. Les laboratoires spécialisés permettent d'analyser des échantillons d'eau par colorimétrie, fluorométrie, radioisotopie, et chromatographie, ainsi que d'analyser les composés organiques et les métaux traces présents dans différentes matrices (eau, effluents, boues d'épuration, sol, sédiments, tissus biologiques), et enfin d'analyser les éléments présents dans des échantillons solides (roches, sol, sédiments, boues). Les équipements analytiques et les logiciels spécialisés des laboratoires de recherche du Centre répondent aux besoins de connaissance dans de nombreux champs d'applications.

RESPONSABLE DES LABORATOIRES :
Stéfane Prémont, stefane.premont@ete.inrs.ca

Scanographie par microfluorescence X

Analyses non destructives par radiographie couplées à l'analyse chimique par microfluorescence X de roches, de sols et de sédiments

L'« **ITRAX™ Core Scanner** » permet l'acquisition simultanée et à très haute résolution (100 µm) des variations de densité et de structure, de la composition chimique et de l'image de l'échantillon. La microfluorescence X (XRF) permet la mesure de la plupart des éléments allant de l'aluminium à l'uranium. Sa configuration permet d'analyser des demi-carottes et *U-channels* de 1,8 m de long, des roches ou de la poudre.

Une des applications de cet appareil est la reconstitution, à diverses échelles temporelles, du climat du passé de régions peu documentées à partir de l'analyse de sédiments lacustres et marins.

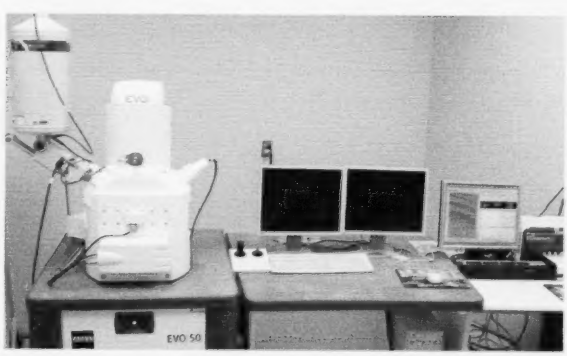
Scanographe de microfluorescence X (ITRAX)

Microscopie électronique à balayage

Basée sur le principe des interactions électrons-matière, cette technologie permet de reconstituer des images en haute résolution de la surface d'un échantillon

Le microscope électronique à balayage (MEB) « **Zeiss EVO® 50** » permet d'obtenir des images de la surface de pratiquement tous les matériaux solides, à des grossissements allant de 100 X à 60 000 X.

Le MEB est équipé de trois types de détecteurs pour différentes applications : Caractérisation morphologique (détecteurs d'électrons secondaires), densité atomique des phases et granulométrie (détecteurs à électrons rétrodiffusés), analyse de la composition chimique et détection de la distribution élémentaire par mapping (détecteur à rayons X). Le MEB peut fonctionner en pression contrôlée permettant l'observation d'échantillons sans métallisation préalable.



Microscope électronique à balayage (MEB)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
Pierre Francus, pierre.francus@ete.inrs.ca

Biogéochimie aquatique et limnologie

Analyse des métaux traces dans des échantillons liquides ou solides (tissus biologiques, matière en suspension, sédiment, sol) et analyse bio-optique

Les principaux équipements sont les suivants :

- Compteurs de particules et de radioactivité (émissions bêta et gamma)
- Spectrophotomètre d'absorption atomique (flamme et four au graphite)
- Spectromètres d'émission atomique et de masse par plasma à couplage inductif (ICP-AES et ICP-MS)
- Appareils de chromatographie liquide, gazeuse et ionique (HPLC, LC-MS-MS, GC, GC-MS)
- Analyseur de mercure

Ces instruments appuient les recherches sur le cheminement des métaux toxiques dans la chaîne alimentaire, la biodisponibilité des contaminants, les impacts des activités anthropiques, et l'évaluation de la sensibilité du milieu naturel.

Appareil de chromatographie en phase gazeuse

Les travaux en limnologie visent à évaluer les effets des changements climatiques sur la dynamique de mélange et la transparence de l'eau en milieu lacustre, et leur interaction avec le réseau alimentaire microbien. La bio-optique permet de caractériser et dénombrer les petites particules (bactéries, picophytoplancton), faire le suivi *in situ* des microorganismes possédant une fluorescence naturelle, décrire leur morphométrie et leur taxonomie et étudier leur physiologie.

RESPONSABLE DES LABORATOIRES :
Stéfane Prémont, stefane.premont@ete.inrs.ca

Télédétection appliquée

Traitement et analyse d'images d'observation de la terre en vue de cartographier et de modéliser les phénomènes liés notamment à la ressource en eau dans un environnement nordique

L'utilisation d'images satellitaires radar (RADARSAT, ASAR, TerraSAR-X) et optiques (GeoEye, Quickbird, Ikonos, NOAA) permet le développement d'applications pour la mesure et le suivi de la ressource hydrique, de la cryosphère (neige, glace, sol gelé) et de la ressource éolienne. Le Centre dispose d'une banque de plusieurs centaines d'images, en plus de logiciels spécialisés pour le traitement et l'analyse de celles-ci (Geomatica®, eCognition, ArcGIS et MATLAB®).

Les mesures réalisées grâce à l'instrumentation de terrain (carottiers à neige, géoradar, GPS, caméra GPS, station météo et sondes d'humidité) permettent l'étalonnage et la validation des algorithmes développés par les chercheurs.

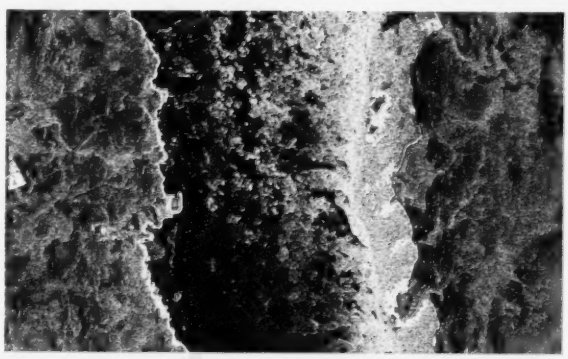


Image RADARSAT-2 centrée sur le port de Kuujjuaq (© MDA et Agence spatiale canadienne)

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES :
Monique Bernier, monique.bernier@ete.inrs.ca
Karem Chokmani, karem.chokmani@ete.inrs.ca

Hydrologie

Plusieurs logiciels de modélisation hydrologique ont été développés au Centre et sont utilisés pour répondre à des besoins spécifiques de recherche. Des travaux de terrain sont aussi réalisés.

Outils de modélisation hydrologique en appui à l'analyse statistique et à l'hydraulique fluviale

HYFRAN : Logiciel d'ajustement de lois statistiques comprenant un ensemble d'outils mathématiques permettant en particulier l'analyse statistique d'événements extrêmes et de manière plus générale l'analyse statistique de séries de données.
www.ete.inrs.ca/activites/groupes/chaire_hydrol/chaire9.html

H2D2/MODELEUR : H2D2 est un logiciel modulaire et extensible utilisant la méthode des éléments finis pour des applications en hydraulique fluviale. Il peut être couplé à un SIG (MODELEUR). H2D2 est utilisé pour des études liées, entre autres, au génie civil, à la navigation, au transport des sédiments et à la disponibilité d'habitats pour le poisson.
www.gre-ehn.ete.inrs.ca/H2D2

Outils de modélisation hydrologique en appui à la gestion des eaux de surface à l'échelle des bassins versants

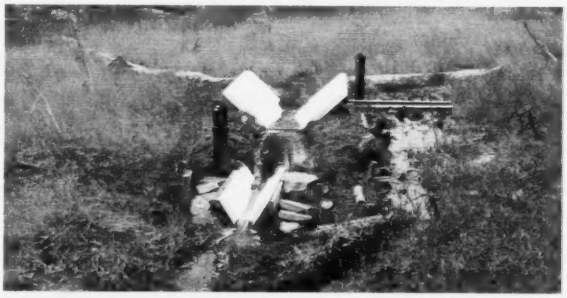
HYDROTEL/PHYSITEL : HYDROTEL est un modèle hydrologique distribué intégrant des données de télédétection et de systèmes d'information géographique (SIG). Il permet de simuler toute une gamme de processus hydrologiques. PHYSITEL est un SIG spécialisé permettant de préparer la base de données de différents modèles hydrologiques distribués. Ces outils sont en demande croissante dans un contexte de développement durable et de changements climatiques pour prévoir les apports aux réservoirs hydroélectriques, déterminer les crues maximales probables afin d'évaluer la sécurité des barrages et déterminer le rôle des milieux humides dans l'hydrologie des bassins versants.
www.ete.inrs.ca/activites/modeles/hydrotel/fr/accueil.htm

GIBSI : Système de modélisation intégrée et de gestion des données attributs et spatiales d'un bassin versant incluant un système de gestion de la base de données et un SIG. GIBSI est un outil d'aide à la décision qui permet aux gestionnaires de l'eau d'explorer divers modes de gestion de l'eau et du territoire à l'échelle du bassin versant (p. ex. : évaluation de pratiques de gestion bénéfiques d'assainissement agricole; gestion des risques de contamination des sources d'eau potable).

Mesures *in situ* en hydrologie boréale

Analyse des propriétés de rétention hydrique, de conductivité hydraulique et d'infiltration sur des colonnes et échantillons de sols à partir de couplages expérimentaux (tables de tension, infiltromètres à disque et double disque et colonnes d'infiltration).

Étude des écoulements à l'échelle de tourbières et à l'échelle de bassins versants (incluant le bilan hydrologique et un suivi isotopique) à partir de capteurs de niveaux de nappe, de stations météorologiques et de canaux trapézoïdaux.



Suivi de l'écoulement d'une tourbière

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
Alain N. Rousseau, alain.rousseau@ete.inrs.ca

LABORATOIRES LOURDS

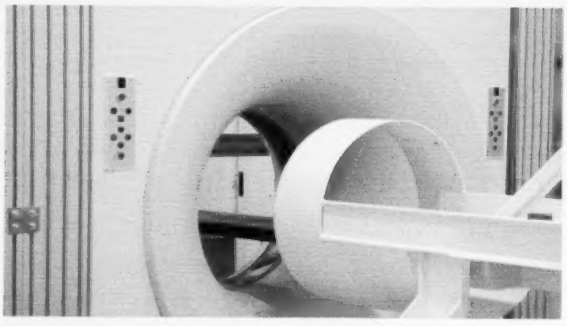
Ces laboratoires regroupent des équipements plus imposants qui ne cadrent pas avec des laboratoires de recherche traditionnels ainsi que des unités préindustrielles de recherche appliquée demandant un environnement de travail plus robuste.

Scanographie

Mesures non destructives des variations internes de corps solides naturels ou artificiels en utilisant les microvariations de la densité pour déterminer la structure interne, les réseaux de fracturation et de microfissuration ainsi que la porosité et l'homogénéité des corps

Cet équipement médical modifié permet l'étude dynamique en 3D des structures et des écoulements de fluides à l'intérieur d'un volume créé à partir d'une acquisition répétée de séquences de 64 images simultanées et d'une définition sous millimétrique sensible à des variations de densité de 0,1 %.

Différents dispositifs confèrent à cet équipement une flexibilité d'application unique. Installé sur des rails de 3,5 m de longueur, le scanographe « **Siemens SOMATOM Sensation 64** » est doté d'une ouverture de 70 cm de diamètre et de couples sources/détecteurs permettant des mesures à 360 ° autour du corps analysé. Il comprend également des outils de mesures tels un granulomètre laser, des aquariums et caissons de pression pour des mesures de bioturbation, ainsi qu'un canal hydraulique pouvant reproduire des courants unidirectionnels, de la houle et des mouvements gravitaires. Ce canal est muni d'instruments de mesure tels que PIV, courantomètres ADCP et ADV, sondes de résistivité, OBS et caméras.



Scanographe SOMATOM Sensation

Les champs d'application de cet équipement sont multiples : génie maritime, génie géologique, hydrogéologie, dynamique sédimentaire, études environnementales, dendrochronologie, micropaléontologie, biologie, écologie marine, biogéochimie, métallogénie, pétrographie et archéologie.

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
Bernard Long, bernard.long@ete.inrs.ca

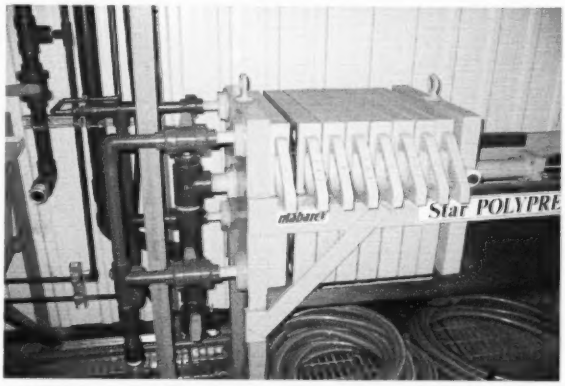
Assainissement

Mise en oeuvre de trains technologiques à échelle préindustrielle visant à optimiser ou mettre au point des procédés de décontamination tant en filière liquide que solide impliquant des processus chimiques, physiques, biologiques et électrochimiques

Différentes unités modulaires peuvent être assemblées pour développer une approche de traitement adaptée à un besoin spécifique de décontamination. En filière liquide, il est possible de traiter des eaux souterraines contaminées ainsi que des eaux usées municipales, industrielles ou agroalimentaires. En filière solide, des procédés de décontamination des sols, des matières résiduelles industrielles et dangereuses, et des boues d'épuration peuvent être développés ou optimisés. Certains montages permettent de répondre à des problématiques complexes de contamination mixte ou encore impliquant des contaminants récalcitrants.

Les principales unités modulaires sont les suivantes:

- Décanteur lamellaire
- Bioflottation/biofiltration/réacteur biologique séquentiel
- Filtre presse
- Filtre à plateaux
- Centrifugeuse
- Pressoir rotatif
- Échangeur d'ions
- Colonne d'adsorption
- Unité d'électro-oxydation et d'électrodéposition
- Unité d'électrocoagulation et d'électroflottation
- Unité électromembranaire
- Unités membranaires (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, osmose inverse)
- Unité voltampérométrique (galvanostat/potentiostat)
- Unité de tamisage
- Séparateur magnétique
- Table à secousses
- Lit fluidisé
- Cellule de flottation



Filtre presse pour la déshydratation des boues

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES:
Jean-François Blais, jean-francois.blais@ete.inrs.ca
Patrick Drogui, patrick.drogui@ete.inrs.ca
Guy Mercier, guy.mercier@ete.inrs.ca

Bioprocédés

Mise en oeuvre, à échelle réduite, des principales étapes de transformation biologique de matières résiduelles visant à optimiser ou mettre au point des procédés de conversion en produits à valeur ajoutée

Des unités modulaires représentatives permettent de réaliser toutes les étapes de conditionnement de la matière première, de transformation de la matière et de récupération du produit fini. Dans un espace classé « grade alimentaire », ces équipements servent à développer, optimiser et mettre à l'échelle de nouveaux bioprocédés. Les produits générés peuvent être, notamment, des biopolymères, des biopesticides, des biofertilisants, des biocarburants, des antioxydants, des enzymes et des protéines.

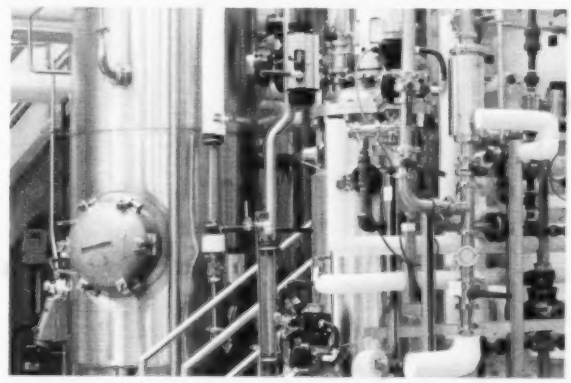
Deux hydrolyseurs d'une capacité respective de 150 et de 2000 litres servent à la préparation du milieu de culture. Pour la fermentation, le complexe dispose de deux lignes de fermentation entièrement instrumentées, chacune disposant de réacteurs d'une capacité respective de 5, 15, 150 et 2000 litres.

À l'étape de la récupération du produit fini, les modules suivants peuvent être utilisés :

- Centrifugeuse en continu
- Unité de microfiltration et d'ultrafiltration
- Système de séparation des protéines par chromatographie et échange d'ions
- Séchoir pour produire de la poudre ou des granules
- Lyophilisateur

Les principaux instruments analytiques complétant l'installation sont les suivants :

- Cytomètre à flux
- Cycleur thermique pour ADN
- Appareil à électrophorèse



Hydrolyseur de 2000 litres

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
Rajeshwar Dayal Tyagi, rd.tyagi@ete.inrs.ca

Contamination souterraine

Étude du comportement des contaminants dans le sol et mise au point de procédés de traitement *in situ* à une échelle intermédiaire située entre le laboratoire et le terrain

Les principaux équipements suivants permettent de simuler des écoulements souterrains, de suivre le transport des contaminants et d'expérimenter des technologies novatrices de décontamination des sols et de l'eau souterraine, notamment pour des contaminants récalcitrants ou des situations complexes :

- Deux réservoirs de 4 et 9 m^3 pour tester les stratégies de restauration *in situ* munis de puits d'injection, de pompage et d'échantillonnage
- Colonnes en acier inoxydable pour évaluer différentes méthodes passives (atténuation naturelle, mur de réaction)
- Segments de colonnes en acier inoxydable pour comparer différentes méthodes actives (barbotage, ventilation, biodégradation, lavage aux tensioactifs et oxydation chimique)
- Laboratoire réfrigéré à 8 °C pour reproduire la température de l'eau souterraine

Suivi du transfert de contaminants dans des colonnes de sol

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
Richard Martel, richard.martel@ete.inrs.ca

Géodynamique

Orientation des efforts de prospection minière et pétrolière par l'interprétation structurale et tectonique des données de terrain et géophysiques, ainsi que par la simulation de processus géologiques

Les études de terrain et le traitement avancé des données géophysiques combinés aux méthodes de simulations physique, numérique et géophysique permettent d'interpréter la géométrie et l'évolution des structures géologiques ainsi que de déterminer les contrôles structuraux et tectoniques des gîtes minéralisés et des pièges à pétrole. La tomodensitométrie permet d'observer la déformation progressive des modèles physiques de simulation.

Image en 3D d'un modèle de plissement durant l'écoulement canalisé

Les principaux équipements sont les suivants :

- Stations de travail équipées d'écrans interactifs et de logiciels spécialisés pour le traitement des données géophysiques (Oasis Montaj™ et l'extension GM-SYS 2D, Geosoft), l'analyse géotechnique en 2D (UDEC™ 5.0, Itasca), la reconstruction en 3D (GOCAD®, Gocad Research Group), et l'imagerie PIV (StrainMaster, LaVision)
- Bacs à sable permettant de réaliser des déformations à contrainte et vitesse contrôlées pour simuler la déformation fragile ou fragile–ductile des roches, les effets des structures de socle et la mise en place des plutons
- Centrifugeuse d'accélération élevée permettant la mise à l'échelle de déformation de modèles en pâte à modeler et en mastic de silicone pour simuler la déformation ductile des roches et le diapirisme

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
Lyal Harris, lyal.harris@ete.inrs.ca

INFRASTRUCTURES MOBILES

Ces infrastructures sont utilisées pour faire des essais et des analyses intégrées directement sur les sites d'intérêt. Un camion-laboratoire de biogéochimie permet notamment de préparer et traiter sur place des échantillons prélevés sur le terrain avant le transport.

Technologies environnementales

Mise à l'essai en conditions réelles de trains de technologies d'assainissement

Cet équipement mobile permet de mettre à l'essai un train de technologies d'assainissement directement sur le site d'où provient l'effluent ou le sol contaminé à traiter. La remorque est spécialement aménagée pour accueillir divers modules pouvant être assemblés de manière à répondre aux besoins spécifiques d'assainissement.

Remorque du laboratoire d'assainissement

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES :
Jean-François Blais, jean-francois.blais@ete.inrs.ca
Guy Mercier, guy.mercier@ete.inrs.ca

Caractérisation des aquifères

Développement d'approches de caractérisation détaillée des aquifères sur le terrain permettant une modélisation numérique représentative

Le principal équipement permettant de caractériser les propriétés physiques et géochimiques des aquifères est une foreuse spécialisée Geotech 605. Avec les données recueillies, il est possible de modéliser l'écoulement de l'eau et le transport des contaminants dans les aquifères. Il est également possible d'évaluer la vulnérabilité des aquifères à la contamination, de déterminer les modalités de protection et les modes d'exploitation les plus adaptés en vue d'une gestion durable de la ressource en eau souterraine.

Foreuse Goetech sur le terrain

Cette foreuse sur chenille dispose d'un système d'enregistrement en temps réel et simultané des informations permettant la reconnaissance des matériaux et la détermination de leurs réponses mécanique, électrique et de leur porosité. Elle permet aussi l'échantillonnage du sol ou de l'eau souterraine sans nécessiter l'installation de puits d'observation permanents. Au besoin, le système peut être utilisé pour faire des installations de puits d'observation par enfoncement (sans forage). L'une des têtes de forage sert à faire des sondages par enfoncement (pénétration au cône) jusqu'à 30 m de profondeur dans les dépôts meubles et l'autre est munie d'un marteau pneumatique pour faire des sondages par rotopercussion jusqu'à 50 m dans le roc et les dépôts meubles.

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
René Lefebvre, rene.lefebvre@ete.inrs.ca

Système automatisé de mesures simultanées de plusieurs propriétés sur des carottes de forage au diamant – une innovation pour l'exploration minérale

Le système est installé dans une unité mobile. À l'intérieur, les carottes placées sur un convoyeur passent successivement sous les capteurs suivants qui mesurent les principales propriétés physiques, minéralogiques et chimiques de la roche :

- Caméra à haute résolution
- Densimètre gamma
- Laser (mesure d'épaisseur)
- Spectromètre infrarouge et visible
- Susceptibilimètre magnétique
- Spectromètre à fluorescence X (XRF)
- Conductivimètre électrique

Plusieurs instruments portables sont aussi disponibles pour mesurer les propriétés physiques des roches sur le terrain (susceptibilité magnétique, densité, conductivité électrique, rayonnement gamma naturel).

Système automatisé de caractérisation des roches

Les mesures des propriétés physiques peuvent notamment être utiles afin de planifier et d'interpréter les levés géophysiques. Les mesures géochimiques à haute résolution par XRF peuvent par exemple servir à localiser des contacts géologiques cryptiques et à quantifier l'altération hydrothermale. La spectrométrie infrarouge et visible permet pour sa part la reconnaissance des minéraux d'altération.

L'analyse statistique multivariée des données obtenues permet entre autres de mieux distinguer différentes unités géologiques. L'objectif final est de tirer un maximum d'information des carottes de forage, et ce, directement sur les sites d'extraction.

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :
Pierre-Simon Ross, pierre-simon.ross@ete.inrs.ca

Les publications

INRS-Eau, 30 ans d'histoire

Livre publié cette année relatant les 30 ans d'aventures scientifiques du centre INRS-Eau.

Revue des Sciences de l'eau
www.rse.inrs.ca

Revue électronique internationale éditée conjointement avec le Groupement d'intérêt scientifique des sciences de l'eau (France).

Publications scientifiques

La liste annuelle des publications et communications scientifiques des chercheurs du Centre peut être consultée en ligne :
www.ete.inrs.ca/ete/publications

La majorité des rapports de recherche, des mémoires et des theses du Centre sont disponibles sur le site Internet :
www.ete.inrs.ca/ete/publications/rapports
www.ete.inrs.ca/ete/publications/theses-memoires

Capsules INRSciences
www.ete.inrs.ca/ete/publications#Capsules INRSciences

Articles de vulgarisation visant à mettre en valeur et à rendre accessible la recherche menée par les étudiants du Centre.

Les activités d'animation

Midis-conférences

Le Centre présente tout au long de l'annee des conférences en lien avec ses domaines de recherche.

Colloques et ateliers

9-12 juin 2009 : 62e congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH/CWRA 2009) tenu à Québec sous la responsabilité du professeur André Saint-Hilaire.

28 janvier 2010 : Journée portes ouvertes à l'INRS

22 avril 2010 : 2e colloque annuel de la Chaire de recherche en séquestration géologique du CO_2 intitulé « Le CSC dans l'est du Canada» (chaireco2.ete.inrs.ca/?q=fr/colloque_2010)

L'excellence de la recherche

Plusieurs membres du Centre ont reçu cette année des distinctions soulignant l'excellence de leurs travaux de recherche ou la qualité de leurs communications scientifiques. Deux professeurs se sont distingués, Peter G.C. Campbell a reçu un doctorat *honoris causa* de l'Université de Bordeaux et Rajeshwar Dayal Tyagi a obtenu le grand prix de la recherche universitaire décerné par l'American Academy of Environmental Engineers.

Chez les étudiants au doctorat, Valérie Ouellet (équipe d'André Saint-Hilaire) a été nommée Personnalité par excellence au gala Forces AVENIR 2009 et ensuite Personnalité de la semaine par *La Presse* et Radio-Canada. Michel Lavoie (équipe de Claude Fortin) a reçu le prix d'excellence 2010 pour le doctorat attribué par le Chapitre Saint-Laurent. En juin, lors de son 62e congrès annuel, l'Association canadienne des ressources hydriques a remis un prix à Patrick Gagnon (équipe d'Alain Rousseau) pour la meilleure affiche étudiante. En novembre, lors du congrès annuel de Québec Exploration, Lorenzo Perozzi (équipe d'Erwan Gloaguen) et Grégory Dufrechou (équipe Lyal Harris) ont obtenu les premier et deuxième prix pour les meilleures affiches étudiantes. En février, lors du *45th Central Canadian Symposium on Water Quality Research*, Neema Prabhakaran Mariyamma (équipe de R.D. Tyagi) a été récompensée pour la meilleure présentation étudiante par l'Association canadienne de la qualité de l'eau. Plusieurs prix ont été remis lors de congrès tenus en mai. Kristin Mueller (équipe de P.G.C. Campbell) a obtenu le prix de la meilleure affiche au *International Training Workshop on Organic Matter Characterization Using Spectroscopic Techniques*. Une étudiante à la maîtrise avec Claude Fortin, Danaé Pitre, s'est vue remettre le second prix de la meilleure présentation orale étudiante au 14e colloque du Chapitre Saint-Laurent. Enfin, un chercheur postdoctoral de l'équipe de Taha Ouarda, Tae Sam Lee, a reçu le prix du meilleur article pour une présentation au *Korea Water Resources Association Conference*.

L'effort de vulgarisation

De façon régulière, les chercheurs du Centre donnent des entrevues et contribuent à des articles dans les médias (presse écrite, radio, télévision, Internet) dans leur domaine de spécialité.

Le volcanologue Pierre-Simon Ross a été particulièrement sollicité lors de l'éruption en avril du volcan Eyjafjöll en Islande. Il a donné de nombreuses entrevues sur le sujet à la radio et pour des sites Internet. Certains travaux des équipes du Centre ont été mis en évidence dans des reportages télévisés. On a pu voir, à *La Semaine verte*, un reportage sur les travaux de maîtrise de Carole-Anne Gillis et de son directeur Normand E. Bergeron sur l'algue Dydimo. L'émission *Le Code Chastenay* a présenté une entrevue avec Alain Mailhot sur la gestion des eaux de pluie ainsi qu'un reportage sur le projet d'Elsa Goerig (aussi à la maîtrise avec N.E. Bergeron) sur le succès de passage des salmonidés dans les ponceaux routiers. Le journal *Le Soleil* publie en décembre les dix percées scientifiques de l'année. Cette année, comme l'an dernier, Pierre Francus y était en vedette, cette fois-ci pour sa participation à une vaste étude sur la température de l'Arctique au cours des 2000 dernières années dont les résultats ont été publiés dans la revue *Science*. Enfin, la revue *Découvrir* de l'ACFAS a publié un bref article sur les travaux de Satinder Kaur Brar portant sur le bisphénol A dans les eaux usées municipales.

La formation de personnel hautement qualifié

Six programmes de deuxième et troisième cycles sont offerts au Centre Eau Terre Environnement en sciences de l'eau et de la terre. Les programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat en sciences de la terre sont le fruit d'une collaboration avec le département de Géologie et Génie géologique de l'Université Laval. Les étudiants, inscrits dans l'établissement d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval.

Les programmes d'études

www.ete.inrs.ca/ete/etudier/programmes

Deuxième cycle

- Maîtrise en sciences de l'eau
- Maîtrise professionnelle en sciences de l'eau
- Maîtrise en sciences de la terre
- Maîtrise en sciences de la terre – technologies environnementales

Troisième cycle

- Doctorat en sciences de l'eau
- Doctorat en sciences de la terre

Lennie Boutet, Karita Negandhi et Frederick Bilodeau en helicoptere lors de travaux de terrain, Ile Bylot, Nunavut

Les stages

Le Centre Eau Terre Environnement encourage la venue de stagiaires postdoctoraux pour l'enrichissement de ses équipes de recherche. Des bourses postdoctorales de l'INRS sont disponibles. Le Centre accueille également chaque année des étudiants du premier cycle universitaire pour un stage d'été, une façon stimulante d'acquérir une expérience en recherche.

Stages postdoctoraux à l'INRS :
www.inrs.ca/emplois-et-stages/stages#Stages postdoctoraux

Stages d'été au Centre :
www.ete.inrs.ca/ete/emplois-et-stages/stages#Stages d'été

La recherche et l'enseignement

Équipes de recherche

Jean-Christian Auclair (P) Limnologie

Yves Bégin (P) Dendroécologie
- Joëlle Marion (Ag)
- Antoine Nicault (As)
- Mathilde Renaud (At)
- Jean-Christophe Aznar (Postdoc)
- Stéphanie Wicha (Postdoc)
- Cristian Alvarez (MSc)
- Philippe Boulanger (MSc)
- Thibault Labarre (MSc)

Mario Bergeron (P) Hydrométallurgie
- Marie Létourneau (T)
- Alain Langlais (Ag et PhD)

Normand E. Bergeron (P) Hydrologie – Géomorphologie fluviale
- Francis Bérubé (T)
- Marc-André Pouliot (At)
- *Maxime Rousseau (At)*
- Jean-Baptiste Torterotot (At et *S*)
- Stephen Dugdale (PhD)
- Elsa Goerig (PhD)
- Patricia Johnston (PhD)
- Jean-Nicolas Bujold (MSc)
- Joanie Côté (MSc)
- *Jérôme Dubé (MSc)*
- Carol-Anne Gillis (MSc)
- Maxime Grenier (MSc)
- *Véronique Tremblay (MSc)*
- *Maxime Rousseau (S)*
- *André Boivin (chargé d'entretien)*

Monique Bernier (P) Hydrologie – Télédétection
- Yves Gauthier (Ag)
- Jalal Khaldoune (As)
- Clément Clerc (At)
- *Jean-Thomas Denault (At)*
- Jimmy Poulin (At)
- *Md. Shah Alamgir (PhD)*
- Maria Dissanska (PhD)
- Rebecca Filion (PhD)
- Kim Huong Hoang (PhD)
- Parvin Kalantari (PhD)
- Stéphane Mermoz (PhD)
- Thomas Bergeron (MSc)
- Stéphanie Bleau (MSc)
- Yannick Duguay (MSc)
- Charles Gignac (MSc)
- Karine Labrecque (MSc)
- Audrey Lessard-Fontaine (MSc)
- *Thomas Bergeron (S)*
- *Gérémy Combret (S)*
- *Stéphane De Munck (S)*
- *Florian Lafage (S)*
- *Inga May (S)*
- *Charles Rioux-Boucher (S)*
- *Julien Saint-Laurent (S)*
- *Marion Tanguy (S)*

Jean-François Blais (P) Décontamination et valorisation
- Myriam Chartier (Ag)
- Lucie Coudert (PhD)
- Samuel De la Rochebrochard (PhD)
- *Amélie Janin (PhD)*
- Dikenane Kombila (PhD)
- Stéphanie Lafond (PhD)
- Nicolas Reynier (PhD)
- Pascal Castellazzi (MSc)
- Marie-Christine Simard (MSc)
- *Véronique Turcotte (MSc)*
- *Pierre Bausch (S)*
- *Jean-Luc Bisson (S)*
- *Pauline Riche (S)*

Satinder Kaur Brar (P) Assainissement – Détoxication biologique
- Ajila Chandran (Postdoc)
- Gurpreet Singh Dhillon (PhD)
- Fatma Gassara (PhD)
- Dipti Mohapatra (PhD)

Bernard Bobée (P émérite) Hydrologie statistique
- Ouejdene Samoud (S)

Peter G.C. Campbell (P) Écotoxicologie aquatique
- Isabelle Papineau (At)
- *Séverine Le Faucheur (Postdoc)*
- Fabien Pierron (Postdoc)
- *Sophie Cooper (PhD)*
- Kristin Mueller (PhD)

Fateh Chebana (P) Modélisation hydrologique

Légende

P : professeur-chercheur
T : technicien de recherche
Ag : agent de recherche
As : associé de recherche
At : assistant de recherche
Posdoc : stagiaire postdoctoral
PhD : étudiant au doctorat
MSc : étudiant à la maîtrise
S : stagiaire

En italique : départ en cours d'année

Karem Chokmani (P) Hydrologie – Télédétection
- Anas El Alem (PhD)
- Noumonvi Yawu Sena (PhD)
- Yann Dribault (MSc)
- Simon Perreault (MSc)
- *Julien Gambelli (S)*
- *Fabien Gautreault (S)*
- *Jennifer Noël (S)*
- *Sophie Roberge (S)*
- *Maxime Thuillier (S)*
- *Magali Wirtensohn (S)*

Daniel Cluis (P honoraire) Pollution agricole
- *Julie Corriveau (PhD)*
- *Mathieu Quenum (PhD)*

Patrice Couture (P) Écotoxicologie aquatique
- *Dominique Lapointe (As et PhD)*
- Michel Amery Defo (PhD)
- *Charles Gauthier (PhD)*
- Julie Grasset (PhD)
- Audrey Moffett (MSc)
- *Maxime Bélanger (S)*

Paul Drevnick (P) Biogéochimie des contaminants

Patrick Drogui (P) Assainissement – Électrotechnologies
- *Nam Tran (At)*
- Mandé Léa Rosine Guitaya (PhD)
- Brahima Seyhi (PhD)
- François Zaviska (PhD)
- *Rimeh Daghrir (MSc)*
- *Charlotte Leyre (S)*
- *Jean de dieu Hermann Zongo (S)*

Sophie Duchesne (P) Hydrologie urbaine
- Nabila Bouzida (At)
- Babacar Toumbou (Postdoc)
- Thai Nam Pham (PhD)
- Lise Audet (MSc)
- Jihène Zaiem (MSc)
- *Ariane Pinsonnault (S)*
- *Déborah Souriau (S)*
- *Amélie Thériault (S)*
- *Nicolas Trottier (S)*

Anne-Catherine Favre (P) Hydrologie statistique
- *Guillaume Évin (As)*
- *Mériem Saïd (As)*
- *Karine Dion (At)*
- Nguyen Bao Trinh (PhD)
- Thomas-Charles Fortier-Filion (MSc)
- *Jonathan Jalbert (MSc)*

Claude Fortin (P) Écotoxicologie aquatique
- Gabrielle Roy (At et *MSc*)
- Isabelle Lavoie (Postdoc)
- Rachel Olette-Dodson (Postdoc)
- Jonathan Bernier (PhD)
- Anne Crémazy (PhD)
- Michel Lavoie (PhD)
- Danaé Pitre (MSc)
- Marc-André Robin (MSc)
- *Aurélie Mabilat (S)*

Pierre Francus (P) Limnogéologie
- Arnaud De Coninck (At)
- David Fortin (Postdoc)
- Frédéric Bouchard (PhD)
- Nicoleta Ciobanas (PhD)
- Stéphanie Cuven (PhD)
- Guillaume Jouve (PhD)
- Vicky Tremblay (PhD)
- François Lapointe (MSc et *S*)

Bernard Giroux (P) Géophysique appliquée

Erwan Gloaguen (P) Géophysique appliquée
- Camille Dubreuil-Boisclair (PhD)
- Patrick Simard (PhD)
- Christine Bélanger (MSc)
- Lorenzo Perozzi (MSc)

Charles Gobeil (P) Géochimie aquatique et contamination
- Sandra Jobidon (T)
- *Zouzou Kuzyk (Postdoc)*
- Raoul-Marie Couture (PhD)
- Stéphane Feyte (PhD)
- *Marie-Ève Randlett (MSc)*

Yves Gratton (P) Océanographie physique
- Dominique Boisvert (At)
- Marie-Emmanuelle Rail (At)
- *Claude Bélanger (Postdoc)*
- Alexandre Forest (Postdoc)
- *Dany Dumont (PhD)*
- Somayeh Nahavandian Esfahani (PhD)
- *Romain Lanos (PhD)*
- Caroline Sévigny (PhD)
- Jessy Barrette (MSc et *S*)
- Charles Brouard (MSc)
- *Antoine Roy-Gobeil (S)*

Landis Hare (P) Écotoxicologie aquatique
- Isabelle Proulx (PhD)
- Karine Bertrand (MSc)
- Julien Lacharité (MSc)
- Dominic Ponton (MSc)
- Maikel Rosabal Rodriguez (MSc)

Légende

P : professeur-chercheur
T : technicien de recherche
Ag : agent de recherche
As : associé de recherche
At : assistant de recherche
Posdoc : stagiaire postdoctoral
PhD : étudiant au doctorat
MSc : étudiant à la maîtrise
S : stagiaire

En italique : départ en cours d'année

Lyal Harris (P) Géologie structurale
Elena Konstantinovskaya (As)
Vladimir Antonoff (PhD)
Gregory Dufrechou (PhD)
Camille Armengaud (MSc)

Pierre Lafrance (P) Biogéochimie des contaminants

Isabelle Larocque (P) Paléoclimatologie

Isabelle Laurion (P) Limnologie
Benoit Ginoux (At)
Paul-Georges Rossi (Postdoc)
Karita Negandhi (PhD)
Christiane Dupont (MSc)
Annabelle Waren (MSc)
Véronique Gélinas (S)
Joanna Kristiina Kuha (S)
Toni Roiha (S)

Michel Leclerc (P honoraire) Écohydraulique
Paul Boudreau (Ag)
Pierre-Luc Fortin (MSc)

René Lefebvre (P) Hydrogéologie
Jean-Marc Ballard (Ag)
Harold Vigneault (Ag)
Belkacem Lahmira (As et *PhD*)
Châtelaine Beaudry (At)
Marc-André Carrier (At)
Rachel Thériault (At)
Pierrick Chasseriau (Postdoc)
Daniel Paradis (PhD)
Laurie Tremblay (PhD)
Patrick Brunet (MSc)
Sara Kazza (S)
Dave Martin (S)
Claudine Nackers (S)
PL Nadège Ouédraogo (S)

Bernard F. Long (P) Sédimentologie
Louis-Frédéric Daigle (T)
Régis Xhardé (As)
Mathieu Des Roches (At)
Éric Morissette (At)
Antoine Collin (PhD)
Stéphane Montreuil (PhD)
Françis Aucoin (MSc)
Valérie Robitaille (MSc)

Alain Mailhot (P) Hydrologie urbaine
Samuel Bolduc (At et *MSc*)
Guillaume Talbot (At)
Brielly Edouard Arnaud Guede (PhD)
Vanessa Montpellier (PhD)
Simon Lachance-Cloutier (MSc et *S*)
Audrey Poulin (S)
Sébastien Raymond (S)
Léonie Sévigny-Côté (S)

Michel Malo (P) Géologie structurale
Karine Bédard (Ag)
Jean-Philibert Moutenet (Ag)
Harold Vigneault (Ag)
Elena Konstantinovskaya (As)
Gabriel Huot-Vézina (At)
Maxime Claprood (Postdoc)
Franck Diedro (Postdoc)
Gaëlle Grundman (PhD)
Adeline Parent (PhD)
Marie-Claude Brunet-Ladrie (S)
Linda Aubert (agente de secrétariat)

Richard Martel (P) Hydrogéologie
Clarisse Deschênes-Rancourt (T)
Richard Lévesque (T)
Sébastien Côté (Ag)
Luc Trépanier (Ag)
Uta Gabriel (As)
Vincent Boulianne (At)
Géraldine Cosset (At)
Nicolas Francoeur-Leblond (At)
Félix Gravel-Gaumond (At)
Sébastien Lange (Postdoc)
Geneviève Bordeleau (PhD)
Angus Calderhead (PhD)
Mathieu Laporte-Saumure (PhD)
Thomas Robert (PhD)
Aurélie Bellavance-Godin (MSc)
Martin Blouin (MSc)
Guillaume Comeau (MSc)
Jean-Philippe Drolet (MSc)
Marie-Claude Lapointe (MSc)
Marie-Catherine Poulin-Talbot (MSc)
Véronyque Blanchet (S)
Rania Bouziri (S)
Samuel Roy (S)
Michaël Vachon (S)
Véronika Varfalvy (S)
Linda Aubert (agente de secrétariat)

Légende

P : professeur-chercheur
T : technicien de recherche
Ag : agent de recherche
As : associé de recherche
At : assistant de recherche
Posdoc : stagiaire postdoctoral
PhD : étudiant au doctorat
MSc : étudiant à la maîtrise
S : stagiaire

En italique : départ en cours d'année

Guy Mercier (P) Décontamination et valorisation
Lan Huong Tran (As)
Romain Barbaroux (PhD)
Sara Bisone (PhD)
Dileep Palakkeel Veetil (PhD)
Élaine Boutin (MSc)
Charles-Edouard Nanci (MSc)
Guillaume Nielsen (MSc)
Louis-César Pasquier (MSc)
Vincent Taillard (MSc)
Nam Tran (MSc)
Vincent-T Boucher St-Amour (S)
Laure Detolsan (S)
Yannis Ferro (S)
Fabien Jeuland (S)
Michel Plourde (S)

Taha B.M.J. Ouarda (P) Modélisation hydrométéorologique
Fateh Chebana (As)
Christian Charron (At)
Barbara Martel (At)
Étienne Boucher (Postdoc)
Dominique Fasbender (Postdoc)
Tae Sam Lee (Postdoc)
Lampouguin Bayentin (PhD)
Claudie Beaulieu (PhD)
Mohamed Aymen Ben Aissia (PhD et *MSc*)
Bahaa Khalil (PhD)
Reza Modarres (PhD)
Mohamed Ali Ben Alaya (MSc)
Chantal Caouette (MSc)
Jean-Xavier Giroux (MSc)
Dorra Hammami (MSc)
Iris Maria Klein (MSc)
Barbara Martel (MSc)
Brahim Brahim (S)
Thuy Chinh Duong (S)
Pierre-Louis Gagnon (S)
Ibrahim Mhadjou (S)

Claudio Paniconi (P) Modélisation hydrogéologique
Cintia Racine (Ag)
Asma Chemingui (PhD)
Mauro Sulis (PhD)

Marc Richer-Laflèche (P) Géochimie des éléments traces
François Pelletier (At)
Maxime Aubert (PhD)
Yves Caron (MSc)
Hilda Paucar Munoz (MSc)
Nicolas Tremblay (S)
Yves Asselin (aide général à l'entretien)
Jean-François Boily (aide général à l'entretien)
André Castonguay (aide général à l'entretien)
Édith Chouinard (aide général à l'entretien)
Patrick Lachance (aide général à l'entretien)
Kevin Picard (aide général à l'entretien)
Sylvain Poirier (aide général à l'entretien)

Pierre-Simon Ross (P) Volcanologie et géologie économique
Marlène Villemure (At)
Julie Anaïs Debreil (PhD)
Séverine Delpit (PhD)
Russel Rogers (MSc)
Charlène Gagnon (S)
Mathieu Rossignol (S)

Alain N. Rousseau (P) Hydrologie – Modélisation et gestion
Alain Royer (T)
Sébastien Tremblay (T)
Stéphane Savary (Ag)
Sylvain Jutras (As)
Fanny Quévy (At)
Médard Bouda (Postdoc)
Sylvio José Gumiere (Postdoc)
Gwenael Carrer (PhD)
Patrick Gagnon (PhD)
Martine Grenier (PhD)
Grégor Levrel (PhD)
Muma Mushombe (PhD)
Clément Clerc (MSc)
Brigitte Laberge (MSc)
Philippe Noël (MSc)
Rodrigo Passos (MSc)
Élie Bertret (S)
Lucie Cappoen (S)
France-Line Dionne (S)
Kévin Pérard (S)

André Saint-Hilaire (P) Hydrologie statistique – Habitat aquatique
Anik Daigle (As)
Éric Christensen (At)
Martin Matteau (At)
Carol Rendell (At)
Dae Il Jeong (Postdoc)
Julien Mocq (PhD)
Valérie Ouellet (PhD)
Simon Tardif (PhD)
Mohammed Aziz Es Salhi (MSc)
Nicolas Guillemette (MSc)
Hélène Higgins (MSc)
Sandra Proulx-McInnis (MSc)
Dan Beveridge (S)
Dominic Roussel (S)
Olivier Roy (S)

Légende

P : professeur-chercheur
T : technicien de recherche
Ag : agent de recherche
As : associé de recherche
At : assistant de recherche
Posdoc : stagiaire postdoctoral
PhD : étudiant au doctorat
MSc : étudiant à la maîtrise
S : stagiaire
En italique : départ en cours d'année

Yves Secretan (P) Hydro-informatique
Muluneh Admass Mekonnen (Postdoc)
Pascale Matte (PhD)
Lucie Degousée (S)
Ludovic Gardré (S)
Dikra Khedhaouiria (S)
Pascale Dubé (agente de liaison)

Normand Tassé (P) Géochimie

Rajeshwar Dayal Tyagi (P) Assainissement – Bioconversion des résidus
Balasubramanian Sellamuthu (As et PhD)
Dang Khanh Vu (As et PhD)
Song Yan (As)
François Chabot (At)
Archana Kumani (Postdoc)
Pappy John Rojan (Postdoc)
Kokou Adjalle (PhD)
Jyothi Bezawada (PhD)
Indrani Bhattacharya (PhD)
Jean-Philippe Chenel (PhD)
Zied Djedidi (PhD)
Mathieu Drouin (PhD)
Jean-Robert Gnepe (PhD)
Amine Mahmoudi (PhD)
Josée-Anne Majeau (PhD)
Jia Miao (PhD)
Tanaji More (PhD)
Ha Pham Thi Thanh (PhD)
Sridhar Pili (PhD)
Neema Prabhakaran Mariyamma (PhD)
Tarek Rouissi (PhD)
Jay Shankar Singh Yadav (PhD)
Xiao Lei Zhang (PhD)
Najib Mhamdi (MSc)
Manon Bruyant (S)
Gabriel Cotte (S)
Vanessa Estime (S)
Mélanie Louro (S)
Morgane Mandaud (S)
Gauthier Menassol (S)
Bruno Oliva Oishi (S)
Charlène Orliac (S)
Mickaël Ros (S)
Amina Sghairi (S)

Jean-Pierre Villeneuve (P) Hydrologie – Gestion intégrée
Alain Garon (T)
Babacar Toumbou (Postdoc)
Hong Trang Nguyen (PhD)
Phu Duc Nguyen (PhD)
Xuan Tuan Nguyen (PhD)
Thi Thu Ha Pham (PhD)
Richard Turcotte (PhD)
Amélie Gauthier-Duchesne (S)
Audrey Lucchesi-Lavoie (S)
Diane Dawson (agente de secrétariat)
Julie Fortin (agente de secrétariat)
Diane Tremblay (agente de secrétariat)

Autres étudiants

Au doctorat sous la supervision d'un professeur associé

Anne-Laure Bonnet (Louise Corriveau)
Lise Lamarche (Michel Parent)
François Leclerc (Jean H. Bédard)
Jean-François Montreuil (Louise Corriveau)
Jean-François Ravenelle (Benoît Dubé)
Kenneth Williamson (Benoît Dubé)

À la maîtrise sous la supervision d'un professeur associé

Catherine Guay (Miroslav B. Nastev)
Abhidheya Holfeld (Patrick Mercier-Langevin)
Rachel Thériault (Martine M. Savard)

À la maîtrise professionnelle

Sanaa Benamar
Daniel Bessette
Marie-Andrée Boisvert
Mélissa Châtelain
Jonathan Daigle
Julien Gaubert
Martin Genest
Matthew Landry
Charles-Olivier Laporte
Marianne Métivier
Maggy P. Rousseau
Dominic Roussel
Martin Tremblay

Autres professeurs

Émérites

Georges Drapeau
Michel Slivitzky

Honoraires

Aïcha Achab
Jean-Pierre Fortin
Sinh Lequoc
Guy Morin
Jean-Louis Sasseville
Alain Soucy
André Tessier

Légende

P : professeur-chercheur
T : technicien de recherche
Ag : agent de recherche
As : associé de recherche
At : assistant de recherche
Posdoc : stagiaire postdoctoral
PhD : étudiant au doctorat
MSc : étudiant à la maîtrise
S : stagiaire
En italique : départ en cours d'année

Associés

Jason Ahad, CGC-Québec
Guy Ampleman, RDDC-Valcartier
Marc Barbet, Hydro-Québec
Jean H. Bédard, CGC-Québec
Christian Bégin, CGC-Québec
Sébastien Castonguay, CGC-Québec
Louise Corriveau, CGC-Québec
Benoît Dubé, CGC-Québec
Mathieu J. Duchesne, CGC-Québec
Donna Kirkwood, CGC-Québec
Denis Lavoie, CGC-Québec
Patrick Mercier-Langevin, CGC-Québec
Yves Michaud, CGC-Québec
Léopold Nadeau, CGC-Québec
Miroslav B. Nastev, CGC-Québec
Michel A. Parent, CGC-Québec
Luc Perreault, Institut de recherche d'Hydro-Québec
Didier Perret, CGC-Québec
Nicolas Pinet, CGC-Québec
Christine Rivard, CGC-Québec
Alfonso Rivera, CGC-Québec
Martine M. Savard, CGC-Québec
Sonia Thiboutot, RDDC-Valcartier

Invités

Marc Amyot, Université de Montréal

Khalidou M. Bâ, Universidad Autónoma del Estado de México (Mexique)

András Bárdossy, Institut für Wasserbau (Allemagne)

Ridah Ben Cheikh, École nationale d'ingénieurs de Tunis (Tunisie)

Hamel Benmoussa, Centre de recherche industrielle du Québec

Louis Bernatchez, Université Laval

Thomas Buffin-Bélanger, UQAR

Daniel Caissie, Pêches et Océans Canada

Stéphane Campeau, UQTR

Alin A. Cârsteanu, Instituto Politécnico Nacional (Mexique)

Bernard Chocat, Institut national des sciences appliquées de Lyon (France)

Daniel Cossa, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (France)

Simon Charles Courtenay, Pêches et Océans Canada

Jean-Pierre Dedieu, LARHRA – CNRS (France)

Carlos Díaz Delgado, Centro Interamericano de Recursos del Agua (Mexique)

Salaheddine El Adlouni, Institut national de statistique et d'économie appliquée (Maroc)

Philippe Gachon, Environnement Canada

Jaime M. Gárfias Soliz, Centro Interamericano de Recursos del Agua (Mexique)

Christian Genest, Université Laval

Jean-Louis Goergen, Institut national polytechnique de Lorraine (France)

Pierre-Louis Gosselin, Institut national de la santé publique du Québec

Bernard Hétu, UQAR

William J. Kamphuis, Queen's University

Scott Lamoureux, Queen's University

Corrine Leyval, LIMOS – CNRS (France)

Robie W. Macdonald, Pêches et Océans Canada

Jean-Louis Morel, Institut national polytechnique de Lorraine (France)

Mir Abolfazo Mostafovi, Université Laval

Emmanuel Naffrechoux, Université de Savoie (France)

Michel Nolin, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Reinhard Pienitz, Université Laval

André P. Plamondon, Université Laval

Éric Pottier, Institut d'électronique et de télécommunications de Rennes (France)

John F.V. Riva, retraité, Université Laval

René Roy, Institut de recherche d'Hydro-Québec

Éric Sauquet, CEMAGREF (France)

Ousmane Seidou, Université d'Ottawa

Marie-Odile Simonnot, Institut national polytechnique de Lorraine (France)

Minh Y Tran, Académie des sciences et des technologies du Vietnam (Vietnam)

Bruno Tremblay, Université McGill

Gozo Tsujimoto, Kobe City College of Technology (Japon)

José R. Valéro, retraité, Service canadien des forêts

Éric van Bochove, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Jaume M. Verges, Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera (Espagne)

Alan L. Watchman, Australian National University (Australie)

Kevin J. Wilkinson, Université de Montréal

Fumihiko Yamada, Kumamoto University (Japon)

Xuebin Zhang, Service météorologique du Canada

Fatiha Zidane, Université Hassan II (Maroc)

Autres chercheurs

Associé

Jean Morin, Environnement Canada

Invités

Todd E. Arbetter, National Ice Center (États-Unis)

Philippe Archambault, Institut des sciences de la mer de Rimouski

Simon Barnabé, EcoNovo Experts-conseils

Françoise Behar, Institut français du pétrole (France)

Claudia Blais, Institut national de la santé publique du Québec

Amiel Boullement, Rio Tinto Alcan

Guy Caniaux, Centre national de recherches météorologiques (France)

Daniel Caya, Consortium Ouranos

Martin Chantigny, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Marie Clément, Pêches et Océans Canada

Yves Couillard, Environnement Canada

Bernard Doyon, Collège F.X. Garneau

Donald Forbes, Commission géologique du Canada - Atlantique

Vincent Fortin, Institut de recherche d'Hydro-Québec

Peter S. Galbraith, Pêches et Océans Canada

Feten Jarraya Horriche, Centre de recherches et des technologies des eaux (Tunisie)

Yvon Maranda, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec

Stéphane Masson, Parc Aquarium du Québec

Marc Mingelbier, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

Louis Prieur, Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer (France)

Mathieu Ribatet, École polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse)

Philippe Rochette, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Muriel Thibaut, Institut français du pétrole (France)

Quelques collaborateurs

Yves Bégin
- Dominique Arseneault, UQAR
- Frank Berninger, UQAM
- Jean-Jacques Boreux, Université de Liège (Belgique)
- Gilles Brosseau, Hydro-Québec
- Daniel Caya, Consortium Ouranos
- Jean-Luc DesGranges, Environnement Canada
- Joël Guiot, CEREGE (France)
- Luc Perreault, Institut de recherche d'Hydro-Québec
- René Roy, Institut de recherche d'Hydro-Québec

Normand E. Bergeron
- Julian Dodson, Université Laval
- André Roy, Université de Montréal

Monique Bernier
- Michel Allard, Université Laval
- Michael Barret, Administration régionale Kativik
- Danielle De Sève, Institut de recherche d'Hydro-Québec
- Paul Dockrill, Wind Energy Institute of Canada
- Stéphane Gagnon, Environnement Canada
- Anick Guimond, Ministère des Transports du Québec
- Gaëtan Lafrance, INRS – Centre Énergie Matériaux Télécommunications
- Esther Lévesque, UQTR
- Ralf Ludwig, Ludwig-Maximilians-Universität (Allemagne)
- Serge Payette, Université Laval
- Jean-Pierre Savard, Consortium Ouranos
- Éric van Bochove, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Jean-François Blais
- Paul Cooper, University of Toronto
- Louis Gastonguay, Hydro-Québec
- Paul Morris, FPInnovations

Satinder Kaur Brar
- Stéphane Godbout, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)
- José R. Valéro, retraité, Service canadien des forêts
- Mausam Verma, IRDA

Peter G.C. Campbell
- Yves Couillard, Environnement Canada
- Kevin J. Wilkinson, Université de Montréal
- William Zerges, Concordia University

Karem Chokmani
- Danielle De Sève, Institut de recherche d'Hydro-Québec

Patrice Couture
- Louis Bernatchez, Université Laval
- Gregory Pyle, Lakehead University

Patrick Drogui
- Raja Ben Amar, Faculté des Sciences de Sfax (Tunisie)
- Marc Hera, École polytechnique universitaire de Montpellier (France)
- Abdelhadi Lhassani, Faculté des Sciences et techniques de Fès (Maroc)

Sophie Duchesne
- Marjorie Ramirez, Ville de Québec

Claude Fortin
- Amiel Boullemant, Rio Tinto Alcan
- Bermans Drouin, Réserve faunique des Chic-Chocs
- Langis Fournier, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF)
- Luc Gagnon, Groupe GDS
- René Lafond, MRNF
- Feiyue Wang, University of Manitoba

Pierre Francus
- Daniel Ariztegui, Université de Genève (Suisse)
- Raymond S. Bradley, University of Massachusetts (États-Unis)
- Laurie Brown, University of Massachusetts (États-Unis)
- Scott Lamoureux, Queen's University
- Nora I. Maidana, Universidad de Buenos Aires (Argentine)
- Bernd Milkereit, University of Toronto
- Christian Ohlendorf, Universität Bremen (Allemagne)
- Reinhard Pienitz, Université Laval
- Doug R. Schmitt, University of Alberta
- Stefan Wastegard, Stockholm University (Suède)
- Bernd Zolitschka, Universität Bremen (Allemagne)

Erwan Gloaguen
- Gilles Bellefleur, Commission géologique du Canada – Ottawa
- Alexandre Boucher, Stanford University (États-Unis)
- André Leite, Vale Inco
- Denis Marcotte, École Polytechnique de Montréal
- Yvan Petit, École de Technologie supérieure
- Stéphane Rondenay, Massachusetts Institute of Technology

Charles Gobeil
- Robie W. Macdonald, Pêches et Océans Canada

Yves Gratton
- David Barber, University of Manitoba
- Daniel Bourgault, UQAR
- Louis Fortier, Université Laval
- Peter S. Galbraith, Pêches et Océans Canada
- Maurice Levasseur, Université Laval
- Louis Prieur, Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer (France)
- Yvan Simard, UQAR
- Fiamma Straneo, Woods Hole Oceanographic Institute (États-Unis)
- Bruno Tremblay, Université McGill
- Jean-Éric Tremblay, Université Laval

Lyal Harris
- Warren Hawkins, Richmond Minerals
- Patrick Lengyel, Laurentian Goldfields

Isabelle Laurion
- Marc Amyot, Université de Montréal
- Connie Lovejoy, Université Laval
- Alexandre Poulain, Université d'Ottawa
- Milla Rautio, UQAC
- Warwick F. Vincent, Université Laval

René Lefebvre
- Vincent Cloutier, UQAT
- Réal Daigneault, UQAC
- Marie Larocque, UQAM
- Catherine Laurence-Ouellet, Organisme de bassin versant de la Yamaska
- Aubert Michaud, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
- John Molson, Université Laval
- Roger Morin,US Geological Survey (États-Unis)
- Alain Rouleau, UQAC
- René Therrien, Université Laval

Alain Mailhot
- Diane Chaumont, Consortium Ouranos
- Caroline Larrivée, Consortium Ouranos
- Geneviève Pelletier, Université Laval

Michel Malo
- François Baudin, Université Pierre et Marie Curie (France)
- Georges Beaudoin, Université Laval
- Martin Bêche, Pétrolia
- Françoise Behar, Institut français du pétrole (France)
- Daniel Brisebois, Pétrolia
- Bernard Granger, Pétrolia
- François Lorant, Institut français du pétrole (France)
- Luc Massé, Junex
- Muriel Thibaut, Institut français du pétrole (France)

Richard Martel
- Guy Ampleman, RDDC-Valcartier
- Sylvie Brochu, RDDC-Valcartier
- Nathalie Roy, RDDC-Valcartier
- Sonia Thiboutot, RDDC-Valcartier

Guy Mercier
- Martin Chantigny, Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Sandra Kentish, University of Melbourne (Australie)
- Philippe Rochette, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Taha B.M.J. Ouarda
- Marc Barbet, Hydro-Québec
- Zoubeïda Bargaoui, École nationale d'ingénieurs de Tunis (Tunisie)
- Patrick Bogaert, Université Catholique de Louvain (Belgique)
- Salaheddine El Adlouni, Institut national de statistique et d'économie appliquée (Maroc)
- Philippe Gachon, Environnement Canada
- Samir Gharbi, Garde côtière Canada
- Pierre Gosselin, Institut national de la santé publique du Québec
- Deborah Lee, US Army Corps of Engineers (États-Unis)
- Alain Pietroniro, National Hydrology Research Centre
- Alain Vanasse, Université de Sherbrooke

Claudio Paniconi
- Marie Larocque, UQAM
- Richard Turcotte, Centre d'expertise hydrique du Québec

Marc Richer-LaFlèche
- Richard Lachapelle, Scintrex
- Gary Rice, Geofrontiers

Pierre-Simon Ross
- Michel Allard, Xstrata Zinc
- Tony Brisson, Ressources Cogitore
- Michel Chouteau, École Polytechnique de Montréal
- Michel Dessureault, Xstrata Zinc
- Damien Gaboury, UQAC
- Jean Goutier, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF)
- Benoit Lafrance, Ressources Cogitore
- Marc Legault, MRNF
- Vicki McNicoll, Commission géologique du Canada – Ottawa
- Gilles Roy, Xstrata Zinc

Alain N. Rousseau
- Stéphane Campeau , UQTR
- Daniel Caya, Consortium Ouranos
- Jacques Deschênes, Ville de Québec
- Sylvain Jutras, Université Laval
- Yvon Maranda, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec
- Richard Turcotte, Centre d'expertise hydrique du Québec
- Wanhong Yang, University of Guelph

André Saint-Hilaire
- Daniel Caissie, Pêches et Océans Canada
- Marie Clément, Pêches et Océans Canada
- Malcom Conly, Environnement Canada
- Simon Courtney, Pêches et Océans Canada
- Philippe Gachon, Environnement Canada
- Stéphane Gariépy, Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Michel Lapointe, Université McGill

Rajeshwar Dayal Tyagi
- Danielle Prévost, Agriculture et Agroalimentaire Canada
- José R. Valéro, retraité, Service canadien des forêts

Les services

En italique : départ en cours d'année

Direction

Yves Bégin (directeur)
- Isabelle St-Jacques (adjointe)
- Ariane Leduc (secrétaire)
- *Roxane Dubé (secrétaire)*

Valorisation de la recherche

Carole Parent
- Stéphanie Racine

Administration

Nicole Laflamme (responsable)
- Dominique Cantin
- Diane Lortie
- *Julie Matte*
- Marie-Noëlle Ouellet
- Mylène Paradis
- Manon Poitras
- Guylaine Vallée
- Evelyne Vallières

Bâtiment

Serge Marcoux (responsable)
- Céline Bélanger
- *Jean Breton*
- Sylvain Dufour
- Gilles Guérin
- *Éric Lortie*
- Alain Poirier
- Louise Robitaille
- Luc Rose
- Pierre Tailleur

Documentation et information

Jean-Daniel Bourgault (responsable)
- Pascale Dion
- Sophie Magos
- Chantal Paquin
- Anne Robitaille
- Jean-Michel Thériault

Informatique et télécommunications

Claude Blanchette (responsable)
- Claude Champagne
- Martin Gagné
- Luc Jalbert
- Patrick Laforte
- Marc Saint-Pierre

Laboratoires

Stéfane Prémont (responsable)
- Anissa Bensadoune
- *Michelle Bordeleau Geoffroy*
- Jean-François Dutil
- Sébastien Duval
- Pauline Fournier
- Philippe Girard
- Marc Greendale
- Julie Perreault
- Lise Rancourt
- René Rodrigue

Cartographie

Marco Boutin

Enseignement

Suzanne Dussault
- Johanne Desrosiers

Stagiaires

- *Kim Aubin*
- *Paschale Noël Bégin*
- *Isabelle Durette*
- *Martin Gagnon*
- *Jacques Gauthier Duchesne*

Revenus et dépenses du fonds de fonctionnement (x 1000 $)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2010

Revenus		
Total des revenus institutionnels		9 004
Autres revenus		2 631
Subventions de recherche		
• CRSNG	3 139	
• FQRNT	440	
• Autres sources	4 012	
Total des subventions		7 591
Contrats de recherche		6 256
Total des revenus		26 282
Dépenses		
Recherche et enseignement		19 820
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
• Frais généraux d'administration	1 660	
• Investissements MAO (mobilier, appareillage, outillage)	13	
• Documentation et édition	422	
• Direction du Centre	349	
• Informatique	211	
• Laboratoires	660	
• Terrains et bâtiments	1 893	
• Entente CGC (Commission géologique du Canada)	281	
• Laboratoires lourds	599	
• Station de recherche	10	
Total du soutien à la recherche et à l'enseignement		6 098
Total des dépenses		25 918
Excédent des revenus sur les dépenses*		**364**

*excluant une provision pour équité salariale

Réserves du Centre (x 1000 $)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2010

Surplus d'opération	
Surplus accumulés au 31 mai 2005	1 711
Surplus d'opération au 31 mai 2006	540
Surplus d'opération révisé au 31 mai 2007	942
Surplus d'opération au 31 mai 2008	448
Surplus d'opération au 31 mai 2009	396
Surplus d'opération au 31 mai 2010	-108
Total des surplus	3 929

Réserve au fonds d'immobilisations (virements au fonds)	
Solde non utilisé au 31 mai 2005	745
Virement de solde 2005-2006	550
Virement de solde 2006-2007	900
Redressement 2005-2006	1 442
Total du solde non utilisé au 31 mai 2006	3 637
Utilisation de fonds pour finaliser le remboursement de l'Édifice Québec	-2 853
Solde non utilisé prévu au 31 mai 2007	784
Solde non utilisé au 31 mai 2008	131
Solde non utilisé au 31 mai 2009	127
Solde non utilisé au 31 mai 2010	127

Dépenses par fonction universitaire (x 1000 $)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2010

	Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrain, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	Total
Recherche et enseignement (fonctionnement)	4 907,8	33	952,5	**5 973,3**
Recherche et enseignement (recherche)	6 312,7	1 441,8	6 092,2	**13 846,7**
Frais généraux d'administration	914,4	32,6	712,6	**1 659,6**
Investissements MAO (mobilier, appareillage outillage)	0	0	13,3	**13,3**
Documentation et édition	303,5	1	118	**422,5**
Direction du centre	310	21,9	16,9	**348,8**
Informatique	335,7	0,4	-125,3	**210,8**
Laboratoires	515,7	0,7	143,4	**659,8**
Terrains et bâtiments	444,6	2,4	1 445,9	**1 892,9**
Entente CGC (Commission géologique du Canada)	240,6	12,3	27,7	**280,6**
Laboratoires lourds	30,5	0,9	567,6	**599**
Station de recherche	0	-1,4	11,7	**10,3**
Total	14 395,5	1 545,6	9 976,5	25 917,6

WWW.INRS.CA

INRS
Université d'avant-garde